

Method and apparatus for mobile platform reception and synchronization in direct digital satellite broadcast system

Patent/Publication Number 545006

Issued/Publication Date 2003/08/01

Application Date 2001/02/27

Application Number 090104466

IPC H04J-011/00;H04J-004/00;H04B-007/212;H04L-027/06;H04B-001/04

Inventor CAMPANELLA, S. JOSEPH US

Applicant WORLDSPACE MANAGEMENT CORPORATIONUS

Priority Number 20000229 US 20000185701P 20000818 US 20000640686

Abstract

A satellite system employing time diversity and a single frequency network of terrestrial re-radiation stations is provided wherein each terrestrial re-radiation station inserts a delay into a terrestrial signal. The delay allows the time of arrival of the early time diversity signal at the center of terrestrial coverage to coincide with the arrival of the corresponding late time diversity signal, thereby improving hand-off between terrestrial and satellite signals at a receiver. The delay also adjusts for distance differences between each terrestrial re-radiation station and the satellite and between each station and the center of the terrestrial coverage region. This adjustment optimizes the TDM-MCM reception by synchronizing at the center of the SFN the phase of the MCM signals re-radiated from the re-radiating stations of the SFN. The delay also compensates for the processing delay encountered when converting a satellite LOS TDM stream into a multicarrier modulated stream for transporting the satellite LOS TDM stream to user receivers and for the diversity delay between the early and late signals.

申請日期 90-2-27 案號：90104466

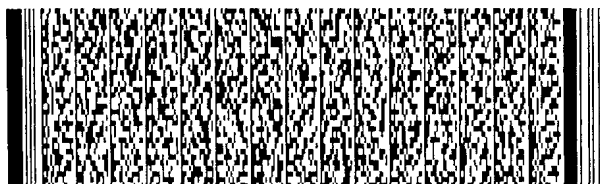
類別：F(4) 11/00, (H04) 1/00, H04B 7/12, H04L 27/06, H04B 1/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

545006

一、 發明名稱	中文	直接數位衛星播送系統中之行動式平台接收和同步方法及裝置
	英文	Method and Apparatus for Mobile Platform Reception and Synchronization in Direct Digital Satellite Broadcast System
二、 發明人	姓名 (中文)	1. S. 約瑟·坎帕內拉
	姓名 (英文)	1. S. Joseph Campanella
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國馬里蘭州蓋瑟士堡市維特斯頓圓環18917號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 沃德斯帕管理公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Worldspace Management Corporation
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國華盛頓特區N. W. 北街2400號
	代表人 姓名 (中文)	1. 唐納·J·佛里克
	代表人 姓名 (英文)	1. Donald J. Frickel



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	2000/02/29	60/185,701	有
美國 US	2000/08/18	09/640,686	有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

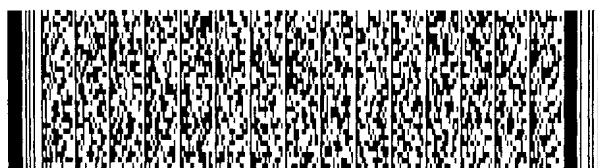


四、中文發明摘要 (發明之名稱：直接數位衛星播送系統中之行動式平台接收和同步方法及裝置)

一種衛星系統，採用時間分集及提供一地面再發射站單一頻率網路，其中每一地面再發射站在地面信號中插入一延遲。此延遲允許地面涵蓋區域中心之先到分集信號到達時間與對應晚到分集信號之到達重合，以改善地面與接收器衛星信號之間的換手。此延遲亦可調整每一地面再發射站與衛星之間及每一站與地面涵蓋區域之間之距離差異。此調整可使TDM-MCM接收最佳化，即在SFN中心同步自SFN再發射站再發射之MCM信號的相位。此延遲亦可補償，當轉換一衛星LOS TDM流成為一多載波調變流，以傳送衛星LS TDM流至使用者接收器時，所遭遇的處理延遲及先到與晚到信號之間的分集延遲。

英文發明摘要 (發明之名稱：Method and Apparatus for Mobile Platform Reception and Synchronization in Direct Digital Satellite Broadcast System)

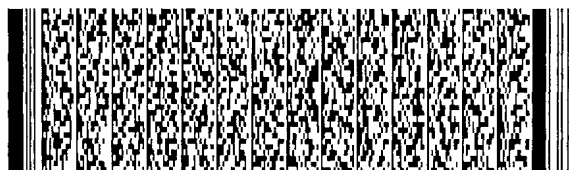
A satellite system employing time diversity and a single frequency network of terrestrial re-radiation stations is provided wherein each terrestrial re-radiation station inserts a delay into a terrestrial signal. The delay allows the time of arrival of the early time diversity signal at the center of terrestrial coverage to coincide with the arrival of the corresponding late time diversity signal, thereby improving hand-off between terrestrial and satellite signals at a



四、中文發明摘要 (發明之名稱：直接數位衛星播送系統中之行動式平台接收和同步方法及裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：Method and Apparatus for Mobile Platform Reception and Synchronization in Direct Digital Satellite Broadcast System)

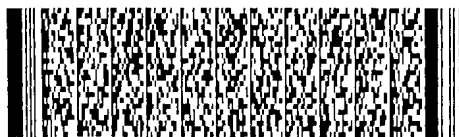
receiver. The delay also adjusts for distance differences between each terrestrial re-radiation station and the satellite and between each station and the center of the terrestrial coverage region. This adjustment optimizes the TDM-MCM reception by synchronizing at the center of the SFN the phase of the MCM signals re-radiated from the re-radiating stations of the SFN. The delay also compensates for the processing delay encountered when converting a satellite LOS TDM stream into a



四、中文發明摘要 (發明之名稱：直接數位衛星播送系統中之行動式平台接收和同步方法及裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：Method and Apparatus for Mobile Platform Reception and Synchronization in Direct Digital Satellite Broadcast System)

multicarrier modulated stream for transporting the satellite LOS TDM stream to user receivers and for the diversity delay between the early and late signals.



五、發明說明 (1)

詳細說明

本申請案主張於2000年2月29日提出之美國暫時申請序號60/185,701之優先權。

【相關申請案之交互參考】

相關主題揭示於美國專利申請序號09/058,663，1998年4月10日(放棄)，其主張1998年3月27日提出之美國暫時專利申請序號60/079,591之優先權；及1998年7月10日提出之國際PCT申請號碼PCT/US98/14280，每一申請案的整個內容併此說明供參考。

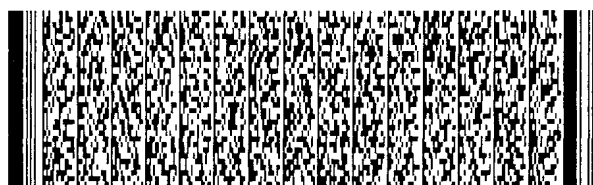
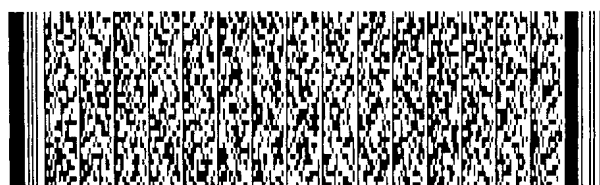
【發明之範圍】

本發明係關於一種方法及裝置，用以接收及同步，使用視線(LOS)衛星單獨接收之直接數位衛星廣播系統，或LOS接收與地面再發射。

【發明背景】

目前存在之系統接收器提供地面及/或衛星數位音訊無線電服務(DARS)，主要受到阻擋，陰影及多路徑效應的影響，造成信號品質嚴重劣化，如多路徑造成之信號衰減及符號間干擾(ISI)。這些對廣播頻道與接收器的影響與位置及頻率關係密切，特別是都會區或常見衛星視線(LOS)信號阻擋之高地地形區域。

信號阻擋在攜帶式及移動式接收器來說，經常發生於發射器與接收器之間的實體妨礙。行動式接收器，例如，在通過隧道或建築物或樹林附近，即會阻礙視線(LOS)衛星信號接收。其他在多路徑信號反射與所要信號大小相近時



五、發明說明 (2)

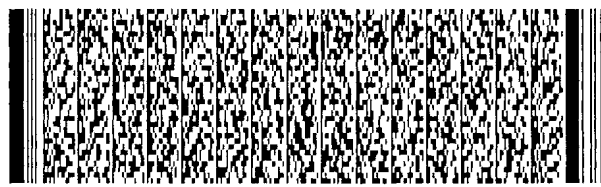
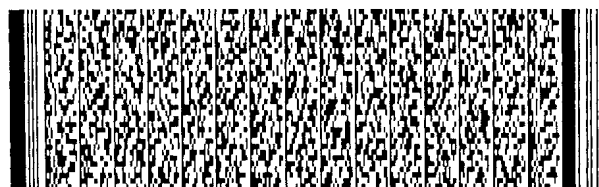
亦會造成抵銷而無法提供服務。

在衛星直接下方的位置(以下稱副衛星點)實質有最大的LOS正視角度，而與副衛星點距離遠之位置實質有降低之LOS正視角，因此會增加其阻擋及陰影的機率。室外接近副衛星點的位置通常其LOS接收較無阻礙。故對可能阻礙LOS信號之地面再發射的需要最小。當衛星LOS正視角小於約 85° 時，高建築或地形高度(即30米大小)的阻礙即變得顯著。以填充空隙之地面再發射對行動無線電及靜態與攜帶無線電，達到滿足的涵蓋區域即有需要。在建築高度或地形妨礙較低的地區(即小於10米)，阻擋即並不明顯，除非與副衛星點的距離超過1400公里，如此LOS正視角即變成小於 75° 。與副衛星點相距6300公里，正視角降為 25° ，需要地面再發射衛星信號即明顯增加。

故在一或多個廣播衛星涵蓋區域內之中高緯度位置，即需要地面再發射才能達到適當的無線電接收。要成功施行接收直接LOS衛星信號行動式無線電及其同一信號地面再發射的組合，在接收地需要接近相對同步及衛星直接LOS信號與其地面網路中繼的組合。而且，在接收地亦需要各種地面站信號再發射信號中之接近同步。

【發明概述】

上述缺點之克服及許多優點可經由以下組合達成，即組合衛星直接LOS時間分集信號，或衛星直接LOS時間及空間分集信號，以及由地面站接收衛星直接LOS信號，再以地波再發射至城市及其郊區之再發射地面分集信號。如此，



五、發明說明 (3)

直接LOS衛星時間或時間與空間分集信號可與正確延遲衛星直接LOS信號之地面再發射信號一起接收。因此，行動式接收器可行經衛星直接LOS信號普遍之地區，或地面再發射信號普遍之城市及其周圍郊外，或在兩種類型地區之間轉換，不致中斷其接收。要達成主要完整的連續，衛星直接LOS信號與再發射地面信號的到達時間須同步於10毫秒內。

根據本發明態樣，界定地面再發射站群之涵蓋範圍中心。由於多數地面再發射站每一站的發射信號係經校正，用以補償每一個地面再發射站及涵蓋範圍中心附近之間的距離差異。

根據本發明另一態樣，衛星信號自地面站再發射係經校正，以補償各地面再發射站之衛星先到信號到達時間的差異。

根據本發明另一態樣，自地面再發射站發射之信號係經校正，以補償在地面再發射站利用衛星信號產生地面信號造成的延遲。

根據本發明另一態樣，到達地面再發射站之分時多工資料流符號係經調整，使其與多載波調變/分時多工波形之多載波調變符號一致。

根據本發明另一實施例，至少一近似的涵蓋範圍中心附近係界定於地形分離之該地面再發射站之選擇數量中。以測定每一選擇數量地面再發射站與涵蓋範圍中心附近之間之個別距離差異。然後校正地面信號以補償在使用者終端



五、發明說明 (4)

所選擇數量地面再發射站發射之地面信號到達的不同時間，此種時間差異係因個別選擇數量地面再發射站與涵蓋範圍中心附近之間的距離差異所產生。

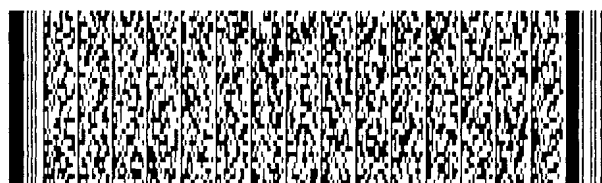
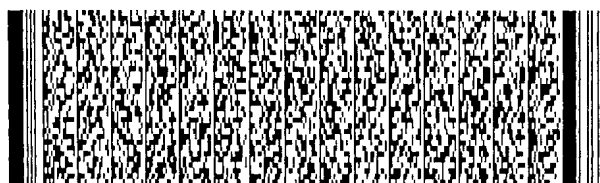
根據本發明另一實施例，一種使用於地面再發射站之裝置，用以接收一分時多工資料流，包含符號，每一該符號對應所選擇數量之資料流位元。一處理裝置連接於接收裝置，用以定位資料流之主框前文。處理裝置將TDM資料流符號轉換為個別之OFDM副載波，以產生一分時多工/多載波調變(TDM-MCM)波形，包含多載波調變符號，各具有一選擇數量副載波用以傳送TDM波形之時序符號。處理裝置採用TDM主框前文，或另外分布於整個TDM框之獨一碼，以便使資料流符號與個別多載波調變符號中副載波之每一對應同步。

根據本發明另一實施例，每一再發射發射器再發射一高功率TDM-MCM信號，即自高度夠的塔台天線以地波傳播於城市或自山上或沿馬路，可到達1至20公里的適當距離。

本發明各種態樣，優點及新穎特性可由以下附圖詳細說明而更明瞭。

【較佳實施例之詳細說明】

衛星通訊系統可採用時間分集，或時間及空間分集組合，移走不要的阻擋，陰影，衰減多路徑。例如，一時間分集通訊系統可發射單一直接LOS資料流之先到及晚到衛星信號(即信號之一相對另一信號延遲一選擇時間)。或者，一時間分集通訊系統可經由個別之兩直接LOS資料流發射



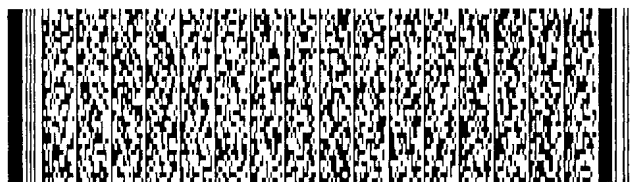
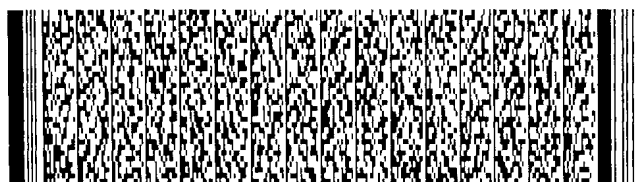
五、發明說明 (5)

先到及晚到信號。先到及晚到之時間期間係由因阻擋而停止服務期間來測定。此處之實驗證據可用來導出所需延遲。而且，兩直接LOS資料流可由空間分離之兩衛星個別發射，以施行空間分集及時間分集。在此兩情況中，非延遲頻道係在地面再發射發射器及/或在接收器處延遲，使先到及晚到頻道能建設性的組合。

上述直接LOS衛星分時施行可與地面再發射站網路組合，克服城市中心及都會區因建築，橋樑及隧道阻擋而經常無衛星直接LOS接收之問題。一地面網路可包含一至任何數量之站台，以達成所要的涵蓋範圍。使用直接衛星信號地面再發射，本發明可提供衛星TDM信號至多載波調變波形的變換，這對地波傳播之中心商業區及其周圍都會區的多路徑環境具有抗拒及強韌性。本發明提供裝置用以在地面再發射網路上以重複衛星信號同步及組合衛星直接LOS信號，當行徑衛星單獨涵蓋範圍，地面加強城市涵蓋範圍時，及當轉移於此兩類區域時，達成連續，不中斷的接收。

產生地面信號須將接收自衛星之TDM資料符號流變換成多載波調變波形，即藉IFFT轉換達成，其中TDM流資料符號係同步及精確的指定給個別的TDM-MCM副載波，所有地面信號頻率網路的地面再發射站皆使用相同方式。TDM-MCM波形係公知對多路徑具有抗拒性，且在視線接收遭到嚴重阻擋的地區仍能產生強韌接收。

1. 經由衛星視線之行動式接變



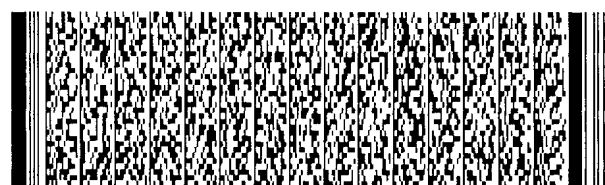
五、發明說明 (6)

信號利用電磁波直接傳送於衛星發射器與行動式接收器之間係由以下定址。如前述，在接收器處的信號阻擋可能因發射器與接收器之間的實體阻礙而造成。另外，停止服務可能因信號衰減，抵銷及載波相位擾動。行動式接收器，例如，在通過隧道或行經建築物附近或阻礙視線(LOS)信號接收之樹林時，遭遇實體阻礙的阻擋。另一方面，停止服務可能因信號抵銷，衰減及載波相位擾動造成，即當多路徑信號反射干擾大到與所要信號相當時即會發生停止服務。

衛星通訊系統可採用單獨時間分集，單獨空間分集，或時間與空間分集一起，移開直接視線阻擋，陰影及多路徑衰減等不要之影響。例如，如圖1a示，單獨時間分集衛星通訊系統10可藉衛星14發射單一直接LOS資料流12同一信號的先到及晚到特別式樣(即，晚到信號係先到信號延遲一選擇時間之複製。)另外，如圖1b示，單獨時間分集通訊系統10可藉衛星14，發射一LOS資料流18僅傳送先到信號或另一LOS資料流僅傳送晚到信號。

一衛星通訊系統組合空間與時間分集，如圖2示。兩直接LOS資料流16與18可由空間分離之兩衛星14與20，其距離足以施行空間分集，個別加以發射。時間分集可由各資料流之先到及後到相伴信號的混合傳送，或由一資料流傳送所有先到信號及由另一資料流傳送所有後到信號。

圖1a，圖1及圖2任何一種系統組態，非延遲信號(即先到衛星信號)係在接收器22延遲，使其能與其後到相伴信



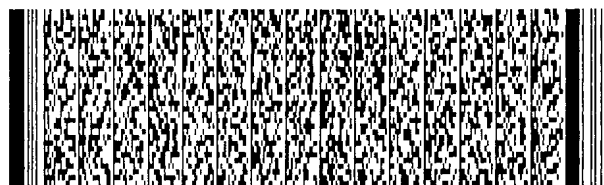
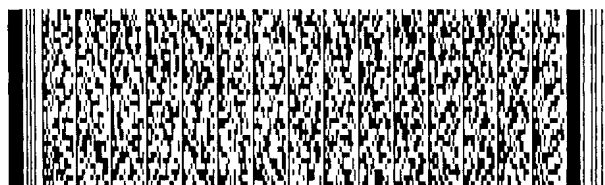
五、發明說明 (7)

號同步組合成一信號。以下說明執行此種組合之最大機率方法。

圖1a，圖1b及圖2之信號宜廣播載有個別廣播節目之頻道(BCs)。個別廣播節目係指定給兩廣播頻道。一廣播頻道載有未延遲之廣播節目(即所稱之先到)。第二頻道載有相同廣播節目，但有延遲(即後到)。這些先廣播頻道可視為載有相伴信號，其中一頻道係載送於一傳送載波，另一頻道則同時載送於相反的傳送載波上。

參考圖1a之衛星信號12，一系統10接收器僅採用一衛星14之直接LOS流作為時間分集，僅需接收一時間分集多工(TDM)載波來施行此工作模式。要這樣做，接收器即使用一RF部來接收TDM載波。在此種情況，每一行動式廣播節目，兩直接LOS行動式接收廣播頻道係在同一TDM流中送出。TDM載波框內每一廣播頻道符號係與其他廣播頻道一起時間分集多工33。一廣播頻道載有一先到信號，及另一廣播頻道載有一後到信號。此程序提供接收器22之時間分集，例如，以提供交通工具沿公路移動之動態阻擋事件中，一連續不中斷的接收功能。

參考圖1b之衛星信號16與18，一系統10回復兩TDM流27及多工，並解碼這些TDM流之適當廣播，一接收器22係用來接收並處理兩TDM衛星載波。要如此做，接收器22須有一RF部能接收兩衛星TDM載波。使用具有足夠頻寬之單一RF部接收兩RFTDM載波。此種設計特別可應用在兩TDM載波配置於其頻譜內時，使其互相相鄰。但兩載波也可能出現



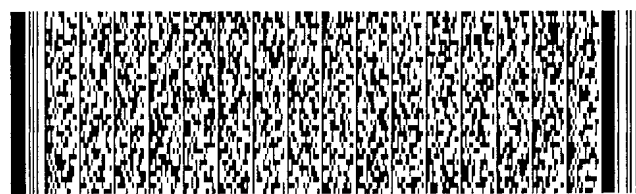
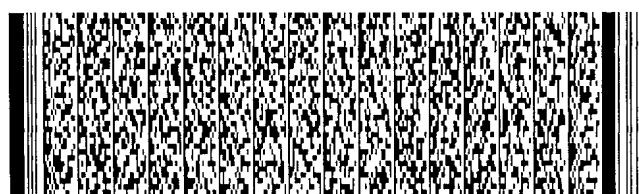
五、發明說明 (8)

須在其頻譜位置中分離以產生單一RF部的情況。在此種情況中，兩分離及獨立RF部須正確定位並施行，才能接收到兩載波。此種一RF部的配置稱為單臂衛星接收器，而兩RF部的配置則稱為雙臂衛星接收器。

先到及後到信號之間的時間及期間係由要避免停止服務的期間測定。停止服務期間係由阻擋物的分布與大小來測定。在城市中，阻擋物大部分係各種高度的建築物及街道的阻礙。在郊外地區，阻擋物可能為樹林的側擋及覆蓋公路或鄉間小路。在兩種情形中，橋與隧道必須要考慮。以下將參考圖3說明以調查資料適當選擇城市及公路的延遲數值。

先到及後到信號之間的延遲時間宜為系統參數，此參數係LOS阻擋物之實體分布及車輛速度的函數。車輛以一般速度(30至60mph)行經典型郊外公路之延遲數值選擇係選擇夠涵蓋阻擋物分布之長度。延遲數值宜有足夠期間來消除97至99%所遭遇之阻擋，但不可過長，甚至涵蓋接收器構造(以避免使接收器複雜化及/或成本超出市價)。此種阻擋期間的例子，一車輛以30mph通過50呎寬橋下為例，LOS至衛星的阻擋為1.136秒，其後到信號的延遲至少等於此數值。

郊區公路的阻擋量測，如Lutz et al.，"Land Mobile Satellite communications-Channel Model，Modulation and Error Control"，於1986年5月12-16日於ICDSC-7國際會議期間數位衛星通訊所做的報告。利用其中資料繪出

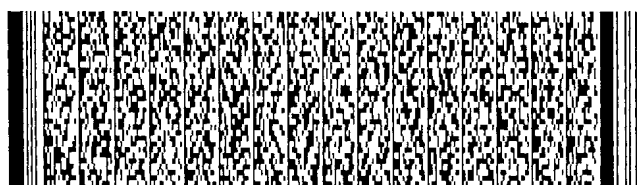


五、發明說明 (9)

阻擋對衰減深度餘裕的比例圖，例如橋，路邊構造，建築物及樹林的混合阻擋。資料如圖3所示，一衰減深度餘裕12dB，延遲時間在2至8秒之間。衰減深度餘裕係指自衛星到達信號準位與不可接受信號之間的差異。故若衛星信號夠強達到衰減餘裕12dB，由圖3知，6至8秒的延遲時間可提供時間分集接收的近似最大利益。

另外加強行動式情況衛星信號接收的裝置係一交織器。此交織器的目的係在排除位元叢波或符號錯誤，即多路徑扁平衰減及/或長阻擋造成之傳輸畸變，以消除前向錯誤校正編碼器30及其互補最大機率編碼器28組合之錯誤校正作用。即透過重新排序發射器訊息位元或符號的發生時間，以便將其隨機及均勻分布於等於交織器期間之時窗中。如此可使輸入訊息相鄰位元或符號彼此儘可能分離。若交織訊息位元或符號在其傳送至接收器時發生錯誤叢波，在接收器處之互補反交織器可回復散布於整個交織器時窗之錯誤位元或符號之原順序，使其以錯誤位元短叢波隨機分布出現於FEC解碼器，由FEC解碼器容易的加以校正。在FEC編碼器及解碼器的組合中使用此種交織器，可組成由上述系統送出之訊息或信號，端對端傳送，所使用的處理組件。此交織器係保持定位於發射器24FEC編碼器30之後及接收器22FEC解碼器28之前。其時窗期間範圍在一至多數TDM框之間。

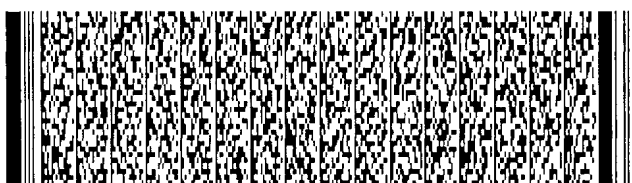
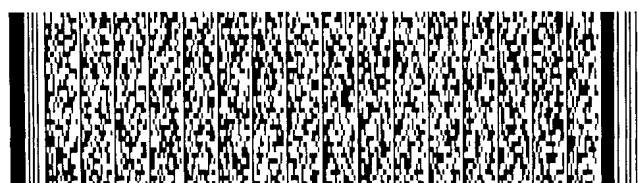
交織器可以使用交錯交織器式樣。一交錯交織器包含一對交織器，工作於一對訊息位元流上，使每一交織器載有



五、發明說明 (10)

每一訊息流一半的位元。訊息流位元係假性隨機及均勻分開及排序。例如，交織器輸入接受成對之訊息流。交錯交織器作用於位元以產生兩輸出交錯交織器流。交織器可使每一輸入訊息流之位元，以假性隨機方式，在兩輸出交錯交織流之間分開。而且，位元在每一對交錯交織器流中，彼此要儘可能分開遠一點。每一交錯交織器流傳送每一輸入訊息內含的一半。每一流係傳送於不同及變化的路徑中。當與一母迴旋編碼器組合使用時，其輸出即穿入兩訊息流中形成交錯交織器的輸入，及一Viterbi編碼器(利用迴旋編碼器匹配母編碼器)，輸入至母迴旋編碼器之訊息位元流即以最大機率方式回復於Viterbi解碼器的輸出端。此程序可消除叢波傳送位元錯誤，即行動式接收器在直接LOS衛星接收路徑所遭遇到之阻擋，陰影及多路徑衰減所造成者。

為最佳化行動式接收，晚到廣播信號及延遲先到廣播信號係儘量精確調整，使其與對應符號重合。延遲接收之先到廣播信號之數值與晚到廣播信號在發射器24之延遲34相同有助於其調整。圖1a與1b各說明有關之端對端原理。在接收器22處，兩廣播信號的符號與符號對齊係利用一固定延遲26使其儘可能精確，即使先到信號之對齊在少於一半廣播信號框周期的一半以內，然後以可變延遲調整，將服務控制標題(SCH)前文同步於先到及後到廣播信號的符號。SCHs係說明於共同授權美國專利申請序號09/112,349中，於1998年7月8日提出申請，併此供參考。此種先到及後



五、發明說明 (11)

到廣播信號的符號對齊可讓到達接收器Viterbi解碼器28之後信號的符號達成最大機率組合。

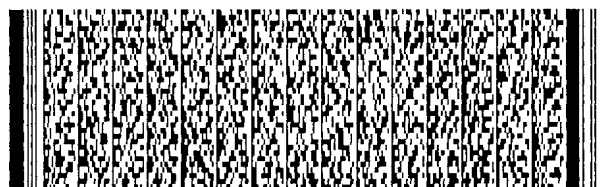
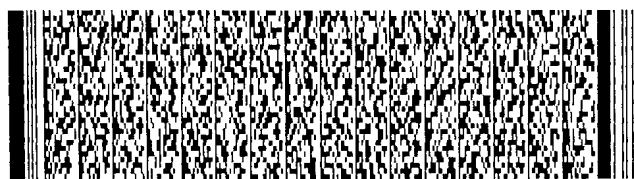
先到及後到信號的最大機率組合係在發射器24處自迴旋編碼器30導出並將其輸出分成先到及後到時間分集信號。一公知穿入程序可完成分開，如圖示32所示。較佳之穿入含選擇先到信號迴旋母編碼位元的一半，及後到信號位元的另一半。組成每一半之精確位元係以最佳化整個端對端位元錯誤性能的方式加以選擇。在接收器處，利用軟決定Viterbi解碼器適當同步廣播流先到及後到部分的軟決定

重組合可達成最佳化的最大機率組合。此再組合利用信號雜訊比預測每一再組合位元，以產生最大機率組合結果。

或者，利用相對簡單的切換取代先到及後到廣播信號的最大機率組合。在此情況，接收器22切換於先到及後到廣播信號之間。接收器22宜輸出後到廣播信號，除非後到廣播信號遭阻擋。當其遭阻擋時，接收器22則切換至延遲先到廣播信號。對齊係使用適當延遲以確保接收器22切換於先到及後到廣播信號之間時不會發生時間不連續。信號僅在先到及後到廣播信號同時受到阻擋時才會失掉。此種現象僅在同時阻擋的期間超過先到及後到信號之間的延遲時間才發生。但Viterbi最大機率組合有一明顯的信號雜訊比的優勢，即與簡單切換相比約有4.5dB。

1.1 施行一衛星兩直接LOS TDM流之單獨時間分集

供行動式接收之兩TDM流係自相同衛星14傳送。一TDM流載有先到廣播信號符號，及另一TDM流載有後到廣播信號



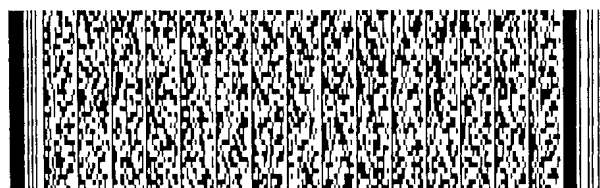
五、發明說明 (12)

。廣播信號宜包含複數個廣播頻道(BCs)。供行動式分集接收之BCs數量可自一至全部可使用者中變動。未使用於行動式分集接收之BCs可用來供非行動式固定及攜帶式無線電的傳統非分集LOS服務使用。先到及後到BCs提供行動式接收器的時間分集，以加強移動車輛在遭遇動態阻擋環境中的連續接收使用。載送在兩TDM流中之先到及後到BCs之間的延遲時間34係系統參數，以上述載送於相同TDM流之先到及後到BCs的相同方法測定。

在接收器22處，一對BCs，一自後到TDM流及另一自延遲先到TDM流，係以上述圖1a之先到及後到廣播信號的相同方式處理。接收器22接收兩TDM載波以施行此工作模式。

1.2 施行利用兩直接LOS TDM流之時間及空間分集，兩空間分離衛星每一個各一

供直接衛星LOS行動式接收之兩TDM流之傳送係，一流16傳送後到信號及另一流18傳送先到信號。兩空間分離衛星14及20個別之流16及18，如圖2示，用此施行空間分集與時間分集接收兩衛星14及20係在空間充分分開，以提供TDM流兩不同到達路徑。故所提供之空間分集接收，其中之一若遭阻擋，另一個亦遭阻擋的機率不大。一TDM流16載有後到BCs，另一TDM流18則載有先到BCs，以提供接收器22之時間分集，並強化移動車輛在動態阻擋環境中連續接收使用。先到及後到TDM流之間的延遲時間34係系統參數，係由上述一TDM信號解多工之先到及後到廣播信號來測定。



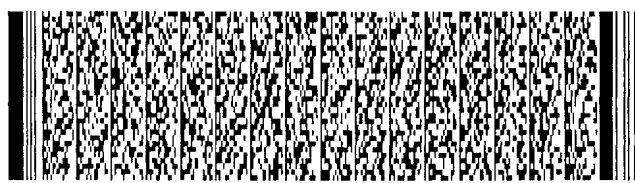
五、發明說明 (13)

1.3 施行使用兩直接LOS廣播頻道之時間及空間分集，兩空間分離衛星每一個各一

供直接衛星LOS行動式接收之兩廣播頻道(即一BC傳送後到信號資訊及另一BC傳送先到信號資訊)係由兩空間分離衛星14及20每一個各一送出，如圖2說明。TDM流16及18並不須專屬所有先到或所有後到信號，而是每一個皆能傳送兩個信號的組合。此可施行空間分集及時間分集接收。兩衛星14及20在空間上分離夠遠，以提供TDM流兩不同到達路徑。故可提供空間分集接收的機會，即若一路徑阻擋，另一路徑亦阻擋的機率不大。先到及後到BCs提供接收器22之時間分集，並加強行動車輛在遭遇動態阻擋環境之連續接收。先到及後到TDM流之間之延遲時間34係系統參數，係由上述一TDM信號解多工之先到及後到廣播信號來測定。

在接收器22處，成對廣播信號(即一個載送一後到信號及另一個載送一先到信號)之處理係與上述圖1a與1b所述先到及後到廣播信號之方式相同。接收器22接收兩TDM載波以施行此工作模式。空間分集係以前述時間分集相同處理電路來實施，即由最大機率Viterbi組合處理28同時施行時間分集及空間分集。或者，可使用簡易切換選擇最佳接收品質信號。

由上述，空間分集接收產生係因衛星14之先到廣播信號，衛星20之後到廣播信號，(或對調)及衛星14與20係在不同的空間位置，如圖2示。不同空間位置之達成係，例如



五、發明說明 (14)

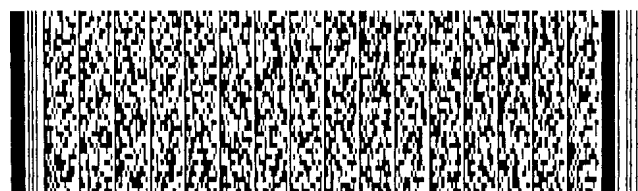
，利用地面同步軌道不同位置的衛星，或兩衛星在不同橢圓軌道相對赤道傾斜，及對其之恒星日相適當地定時，以提供對目標區連續的空間及時間分集涵蓋範圍。在後者的情況中，可利用高度傾斜橢圓軌道中之三或四個衛星，例如，一次使用兩個以達成高緯度之空間分集。

2. 衛星視線阻擋之接收器地面再發射

以上任何一個直接LOS衛星分集的施行可與地面再發射發射器(圖4)網路36組合，用以在無衛星直接LOS接收之市區及郊區位置，克服因建築物，橋樑，隧道造成之阻擋，保持行動式接收器廣播節目信號的無中斷接收。一地面網路36可包含一至任何數量的站台38，例如，以符合城市或公路涵蓋範圍之需要。

行動式接收亦可另有選擇，即使用衛星直接廣播傳送系統，無需時間或空間分集，僅與地面再發射網路聯結即可。此種選擇對衛星波束涵蓋範圍，例如，LOS對衛星之正視角係 85° 或以上且障礙阻擋分散之地區有效。在此種環境下，僅有少數較小且隔離的阻擋區才需要地面再發射。以下說明衛星與地面接收之間的切換臨限。

使用直接衛星信號地面再發射以地面網路中繼最有利，需同步及組合行動式接收器之衛星直接LOS信號。根據本發明，以下說明施行行動式分集接收之同步，使用一或多個直接衛星LOS流，有或者沒有經由地面中繼站網路36之地面再發射。在以下說明中，信號係假設利用時間分集多工加以傳送。但這並不排除使用其他如分頻多工或分碼多

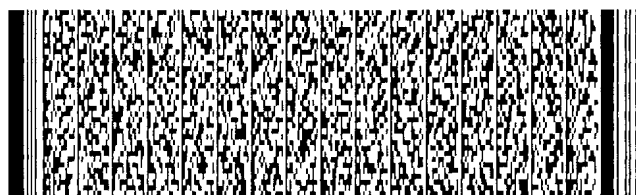
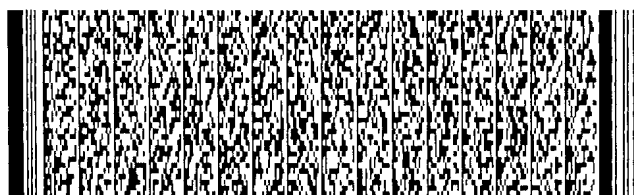


五、發明說明 (15)

工之任何多工方法組合的傳送設計。

設置有空間及時間分集之直接LOS衛星載波可使用上述方法於無阻擋及部分阻擋之郊外地區進行使用性高之通訊。但在城市中常見之低，中及高建築會嚴重阻擋LOS衛星接收。故需要一種地面再發射系統，用以強化LOS衛星接收並達成在城市及鄉下高可用性之接收。

要克服LOS阻擋，須提供地面再發射站38網路36於城市的不同位置，如圖4示。每一地面再發射站38發射一可對付多路徑干擾之波形，及中繼直接LOS衛星數位TDM流或TDM流選擇之部分(即廣播頻道)。所有地面再發射站38宜在主要相同的載波頻率上發射。其波形頻寬互相重合，即通常所稱之單一頻率網路。可使用之波形如：1)分時多工多載波調變(TDM-MCM)，使多路徑強化技術，即公知之正交分頻多工(OFDM)來傳送一TDM信號；2)相容性TDM，所發射之TDM波形含有一特別周期性數位串列順序，致能多路徑相容等化器，即經由一關聯器，一多接點延遲線及另外的信號處理電路，串列等化器接頭以便相加性再組合之個別多路徑到達者，以回復發射之波形；及3)分碼多重進出(CDMA)，其中衛星TDM波形係分成如主要速率頻道(PRCs)之組成部分，及這些部分以佔有共用頻道之多重同時CDMA信號再廣播，並在接收器處藉每一PRC單獨配置之數位碼加以個別識別及鑑別。上述PRCs說明如上述共同授權美國專利申請序號09/112,349，於1998年7月8日申請，併此供參考。一TDM廣播波形之BC可分割成如PRCs。



五、發明說明 (16)

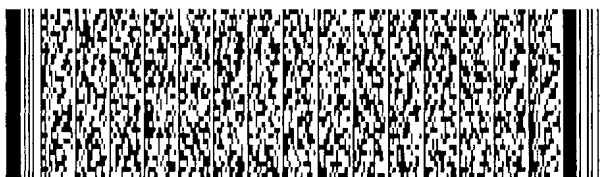
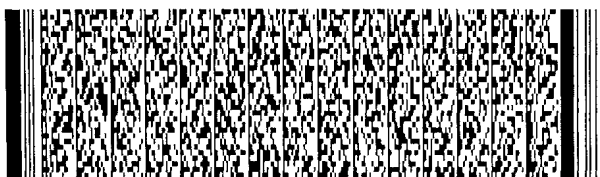
以下選用一使用TDM-MCM波形之地面再發射實施例。
TDM-MCM波形一詞係指以直接接收自衛星之TDM波形數位符號對多載波的調變或MCM符號。此實施例之重要態樣係將TDM-MCM地面再發射波形與接收自衛星的TDM流同步。須知此同步在由衛星送出之TDM波形與任何使用於地面再發射的其他波形之間的同步，須計入衛星與地面再發射站之間及地面再發射站與接收器之間之傳播延遲差異。

2.1 施行使用TDM-MCM之地面再發射

不同衛星傳送的選擇是可能的。他們是：1) 自載送無時間或空間分集信號相同衛星之一直接LOS衛星TDM流；2) 自載送先到及後到廣播信號相同衛星之一直接LOS衛星TDM流；3) 自相同衛星之兩直接LOS衛星TDM流（即一流載送後到BCs及另一流載送先到BCs）；及4) 自不同衛星之兩直接LOS衛星TDM流（即一TDM流載送後到BCs及另一TDM流載送先到BCs，或每一流載送先到及後到BCs的組合，其中每一後到BC具有一其他TDM流中之先到同伴）。

在第一種情況，沒有使用時間或空間分集，載送BCs之TDM流係由地面再發射站38利用TDM-MCM波形直接中繼加以接收。在此種情況，於其LOS衛星TDM接收中引進一延遲配合地面再發射路徑遭遇到的處理及傳送延遲。在另外的情況中，TDM流載送先到BCs係由地面再發射站38利用一TDM-MCM波形加以延遲及中繼。

經選擇及載送於TDM-MCM波形之TDM位元流宜載送與自衛星進來之相同內含。或者，由TDM-MCM僅自衛星TDM流中選



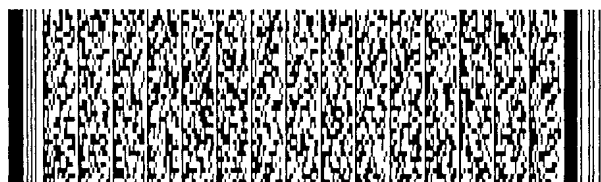
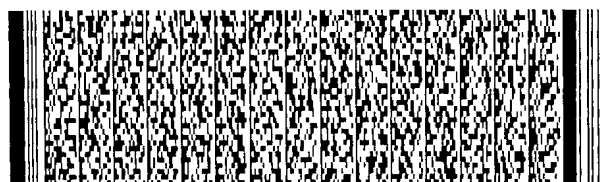
五、發明說明 (17)

擇供行動式接收用之BCs。在後者的情況，供行動式服務接收器用之區域注入廣播頻道內含可取代其餘TDM之容量。

根據本發明，有關時間分集接收之組態，在每一地面站插入一延遲，並調整使到達地面涵蓋範圍中心之先到BC的時間與其自衛星相伴之後到BC的到達時間相重合。此延遲包括各站38與衛星之間的距離差異，及各站38與面涵蓋範圍40中心42之間的距離差異，及將LOS TDM流轉換成TDM-MCM流有關的處理延遲。

要達到地面再發射信號與地面涵蓋範圍中心42後到衛星信號的到達時間接近重合，到達地面涵蓋範圍40內及邊緣的時間差異須為最小。因此，當離開或進入地面涵蓋範圍40時，地面及衛星信號之間的"換手"，例如，在所接收之音頻訊號不可有明顯的中斷。此相同之對齊要求，當應用於每一地面中繼站時，使各地面MCM符號的時間與相位重合到達地面涵蓋範圍中心，有最佳化之行動式平台的接收品質。在行動式接收器離開地面涵蓋範圍中心時，MCM的到達時間與相位變成分散。經由設計，分散可大到成為護衛時間，插入至MCM符號典型為60微秒的周期內，允許自涵蓋範圍中心的分離距高達9公里。

根據本發明，每一再發射發射器以地波傳播自高功率的發射器再發射其TDM-MCM。發射之功率準位在稀疏阻擋的小涵蓋範圍為0dBW，在如商業市中心之大涵蓋範圍為40 dBW。信號係自高度足以克服阻擋環境的塔發射，其中要



五、發明說明 (18)

納入山丘與高建築物自然地形的考慮。而且，信號係自塔上正確瞄準窄波束天線沿道路發射，其高度以地波足以到達2至16公里。

2.2 衛星LOS地面再發射信號之間的換手

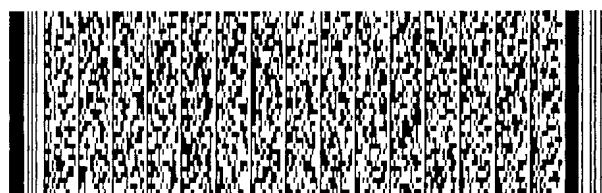
換手係指當行動式車輛在LOS TDM接收衛星及地面TDM-MCM接收地面SFN之間的轉移。有兩種可能執行換手的方法。兩者皆已在前述說明過。一"換手"技術可經由調整對齊地面及衛星BCs的BC服務控制標頭前文來施行(即對齊其關聯波尖)。此程序可精確同步地面及衛星BC符號及施行其最大機率Viterbi解碼器28組合。此種施行可得到透明，無衝擊的換手。

上述技術另外可利用地面及衛星所得信號之間的切換，而不使用最大機率組合。行動式接收器調諧及收聽LOS衛星TDM載波及地面SFN再發射TDM-MCM載波兩者之一。兩載波類型傳送相同的BCs。在任何瞬間，接收器22宜選擇提供最佳BC品質之信號(即LOS TDM或TDM-MCM)。接收品質可透過各接收位元流中之位元錯誤率(BER)加以量測。切換係以BER差異完成，說明如下。

當 $TDM-MCM\ BER \leq LOS\ TDM\ BER - \triangle 1BER$ 時，由LOS TDM切換至TDM-MCM；及

當 $LOS\ TDM\ BER \leq TDM-MCM\ BER - \triangle 2BER$ 時，由TDM-MCM切換至LOS TDM

使用上述之 $\triangle 1BER$ 及 $\triangle 2BER$ ，可防止LOS TDM與TM之間切換時之串音。若 $\triangle 2BER > \triangle 1BER$ ，TDM-MCM至LOS TDM的



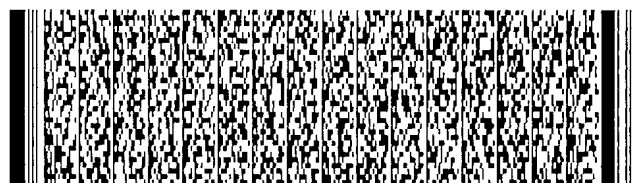
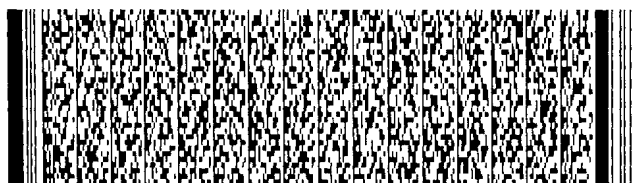
五、發明說明 (19)

切換較自LOS TDM至TDM-MCM的切換為難。這是有必要的，當進入城市涵蓋範圍時，接收器22在遭TDM-MCM捕捉時宜留在TDM-MCM。此種工作之例子，假設在加強區40，LOS TDM $BER=10^{-1}$ 及 $\triangle 1BER=\triangle 2BER=10^{-2}$ 。LOS TDM至TDM-MCM的切換發生於 $0.01-0.001=0.009$ ，及TDM-MCM至LOS TDM的切換再次發生，即TDM-MCM發生 $0.01+0.001=0.011$ 。故LOS TDM至TDM-MCM較TDM-MCM回至LOS TDM容易。若 $\triangle 2BER=4 \times 10^{-2}$ ，TDM-MCM切換回至LOS TDM發生於TDM-MCM $BER=.015$ ，使其在一當選擇地面MCM時更難回至LOS TDM。其他等效方法，如信號雜訊比可取代BER用來量測品質。

2.3 地面TDM-MCM傳送的施行

衛星LOS TDM流資料符號宜精確的對齊TDM-MCM資料符號內之OFDM副載波，以達到最佳SFN工作。在所說明的實施例中，每一TDM資料符號含2位元。根據本發明，完全相同的2位元指定給SFN40各地面再發射TDM-MCM中相同之OFDM副載波。此種對齊調整在每一地面再發射站38須相同的執行，因為網路任一地面再發射站的對齊調整的任何偏差，會導致TDM-MCM成為干擾，使接收品質劣化。

對齊-T資料符號至TDM-MCM波形的每一MCM符號係利圖5之說明。首先，載有接收自衛星先到BCs的TDM流TDM資料符號係依時間相鄰區塊順序排成陣列。每一TDM符號載有2位元。TDM資料符號每一區塊44含M行N列。M與N係設計參數，由TDM-MCM轉換多工器細部設計測定。最先之TDM符號填充陣列最先的列，下個最先的填充下個列，依此類推，



五、發明說明 (20)

直至最後一列由框中最後TDM符號填充。每一區塊44係供應至反轉快速傅立葉轉換(IFFT)46之輸入端。IFFT之動作形成一含NOFDM載波之MCM符號48，即一列每一TDM資料符號一載波。每一OFDM載波係相對一加入相位參考載波之差動QPSK調變。故每一MCM符號含 $N+1$ 載波。程序係依序重複於TDM資料符號區塊所有的 M 行，形成一完全的MCM符號框50。TDM區塊44 M 行形成 M MCM時間順序符號48，各具有 N 載波加上一相位參考載波。此即組成TDM-MCM框50。每一TDM-MCM框50所載之TDM資料符號總數係 $M \times N$ 。須知值 $M=8$ 與 $N=6$ ，如圖5示，僅係用來說明。此值一般，例如，為 $M=960$ 及 $N=116$ 。

TDM-MCM單一頻率網路的最佳工作，自網路36每一地面再發射站38發射之每一TDM-MCM符號48，在每一MCM符號相同載波上載有區塊相同的TDM資料符號；否則，SFN36不同地面再發射站38到達接收器22之多重TDM-MCM符號48中，不會有相加性的再組合。TDM-to-MCM符號同步及對齊程序係在每一地面再發射站中以獨立但完全相同的方式執行。

MCM符號48形成TDM-MCM框50在圖6中有進一步說明。一TDM流以一符號速率 R （即位元速率 $B_R = 2 \times R$ ）每一符號傳送2位元至 N_{TDM} 符號組52之IFFT。符號宜以複數 I 與 Q 值儲存並形成行陣列之後再輸入至IFFT。一大小為 2^n 之IFFT46將 N_{TDM} 符號52轉變成 N_{TDM} 正交相移按鍵(QPSK)載波，產生各TDM-MCM符號，如圖6中54所示。前述 I 與 Q 值直接測定每一QPSK調變MCM OFDM載波。故每一TDM-MCM符號有 N_{TDM} OFDM載波佔



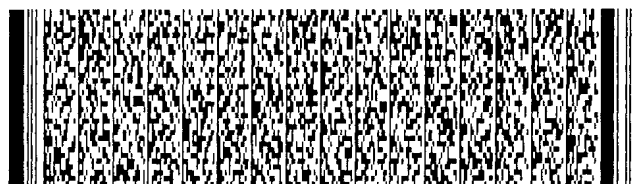
五、發明說明 (21)

有停留期間 $T_{\text{sym}} = N_{\text{TDM}} / R$ 。因此，MCM 符號速率 $= R / N_{\text{TDM}}$ 。每一周期時域取樣數 $= 2^n$ 。因此，IFFT46 輸出之時域 MCM 符號取樣率係 $2^n R / N_{\text{TDM}}$ 。如圖示 56，產生一護衛期間，即符號期間的分數 η 。此動作造成 IFFT 輸出的 $(1 - \eta) - 1$ 時間壓縮。要組成一 TDM-MCM 框，在每一 M_{MCM} MCM 符號一次加入一框同步字元 49，進一步乘積時間壓縮 $(M_{\text{MCM}} + 1) / M_{\text{MCM}}$ ，如圖示 58。TDM-MCM 波形頻寬即成為 $R(R/S)((1 - \eta) - 1)(M_{\text{MCM}} + 1) / M_{\text{MCM}}$ 。

在 TDM-to-MCM 符號調變中所使用之參數(即 TDM 流符號速率 R ，每一 MCM 符號 TDM 符號之 N_{TDM} 數，IFFT 係數 2^n 數，護衛期間分數 η ，及 TDM-MCM 框長度 M_{MCM}) 係經選擇以達到每一 TDM 框 64 一整數之 TDM-MCM 框 50(圖 9 示)。此種選擇允許 TDM-MCM 框同步使用 TDM 主框前文(MFP)。IFFT 一次接受 2^n 輸入係數。 2^n 數必須等於或大於 N_{TDM} 。因此，僅只有 N_{TDM} OFDM 副載波非零頻譜係數才能輸入至 IFFT46。那些選擇之 N_{TDM} 值係 IFFT 頻譜窗中心之值。在 IFFT 頻譜窗邊緣未使用之 IFFT 係數則給予零值。

2.4 TDM 資料符號至 TDM-MCM 資料符號同步

如上述，TDM-MCM 地面再發射站 38 宜工作於單一頻率網路(SFN)36。SFN36 包含多重地面再發射站 38，至少再發射部分先到衛星 LOS TDM 波形。所有地面再發射站以相同載波頻率帶寬發射。每一地面再發射站再廣播相同的 TDM-MCM 波形與其所有同伴。每一地面再發射站接收及延遲載送先到 BCs 之相同衛星 LOS TDM 信號，使載送於 TDM-MCM 載



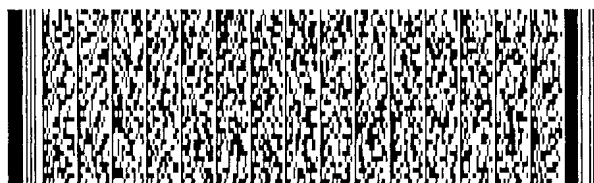
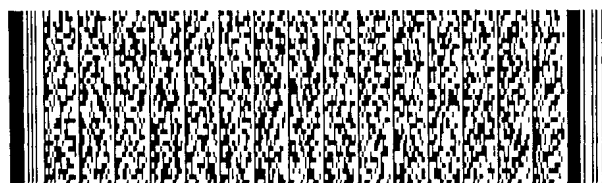
五、發明說明 (22)

波之TDM流之解調信號與載送後到BCs之衛星LOS TDM在到達SFN涵蓋範圍中心之瞬間同步。載送先到BCs之衛星LOS TDM符號精確及一致的指定給TDM-MCM資料符號的相同OFDM載波，以下以圖5與圖6說明。

定位SFN36站台38可站台數量最少的城市及其郊外之涵蓋範圍最佳化。根據本發明，在地面再發射站38引進時間延遲校正，使載送相同衛星TDM資料符號之MCM符號到達時間在涵蓋範圍中心或中心42接近同步。需要三種類型之時間延遲校正。兩種時間延遲校正與距離校正有關。一種是校正個別地面再發射站與衛星之間的距離差異，第二種係校正每一地面再發射站與SFN涵蓋範圍中心之間的距離。這兩種延遲校正的計算說如下。

第三種延遲校正係引進使TDM-MCM信號與SFN涵蓋範圍中心行動式接收器之衛星LOS後到信號同時相到達。這必須完成才能利用衛星先到LOSBC TDM信號產生TDM-MCM地面再發射信號。到達涵蓋範圍中心之後者必須與衛星LOS BC TDM信號之到達時間幾乎相同。要達到此目的，一等於先到及後到信號之間的延遲量必須用來延遲衛星之先到LOS BC TDM信號。這些延遲有些係因為在TDM至TDM-MCM轉換多工程序中造成之處理延遲。其餘則以一數位延遲線，在TDM至TDM-MCM轉換多工程序之前加至TDM流中。

可在SFN內加入一數量之"涵蓋範圍中心"，使整個城市及其郊外的接收最佳化。由於距離，群聚及阻擋的特殊情形，SFN36地面再發射站38的分組可聚集於城市及其郊外



五、發明說明 (23)

內不同的涵蓋範圍中心。這些會影響上述前兩種校正。

3. 校正自衛星及至SFN涵蓋範圍中心距離之再發射站正時

如前述，正時校正係用來同步站台38再發射TDM-MCM信號到達SFN涵蓋範圍中心，供：

a) 衛星TDM信號自衛星14或衛星14及20到再發射站台38之不同到達時間，及

b) 因再發射站台38與SFN涵蓋範圍42之間距離差異產生之不同轉移時間。

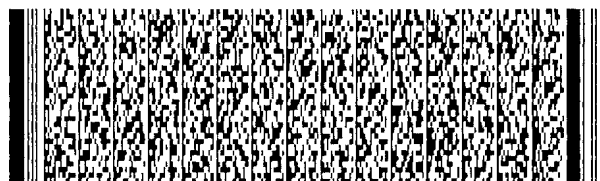
正時差異可在每一再發射站台欠進，即將TDM流TDM資料符號，在記憶裝置中延遲一適當時間，然後再輸入至IFFT46。

3.1 衛星至再發射站TDM正時差異

考慮用以接收衛星TDM信號之地再發射站38網路36。一不同於90°之正視角，即直接在頭頂上，每一地面再發射站與衛星之間的距離不同。故每一地面再發射站位置與衛星之間的傾斜範圍不同，故TDM信號到達時間亦不同。而且，每一地面再發射站38與涵蓋範圍42中心之間距離亦不同。以下的情況可說明距離差異所造成之時間差異大小。

僅供說明，以SFN再發射網路36為例，其包含一數量之地面再發射站38，其地理位置選擇足以涵蓋一城市及其相關者會區。在較簡單、小及局限的阻擋拓樸中，小數量的地面再發射站已足夠。而在大、較複雜的阻擋拓樸中；需要大量的地面再發射站。

計算地面再發射站38與衛星14之間因傾斜範圍距離造成



五、發明說明 (24)

之延遲差，其說明如圖7示。距離差異係在各站位置交叉之地表上，在衛星視線的垂直線之間來測量。最接近衛星之站台36以1表示，最遠的以m表示，其他中間以k表示。在指向任一站台k與站台m之間副衛星點方位的方向，沿地表LOS的垂直線之間的距離差異以 d_{km} 表示。故最遠站台m與1之間的距離為 $d_{lm}=d_{max}$ 。注意圖7中，最遠站台係3號，最近者為1，之間有一2號。個別LOS傾斜範圍距離以 ΔT_{slantk} 及 $\Delta T_{slantmax}$ 表示。在所有站台對衛星之正視角以 elv 表示。而且，注意對副衛星點之方位係假設所有站台幾乎相同。因此，利用圖8所示幾何計算站台k及m之間傾斜視線距離，以下為自衛星不同到達時間的關係：

$$0 < \Delta T_{slantk} < \Delta T_{slantmax}$$

其中：

$$\Delta T_{slantmax} = (d_{lm} \div c) \times \cos(elv)$$

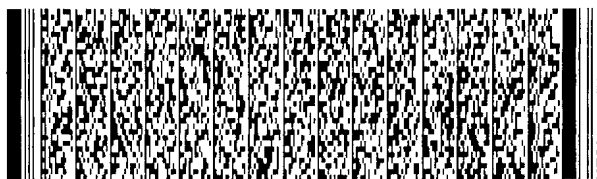
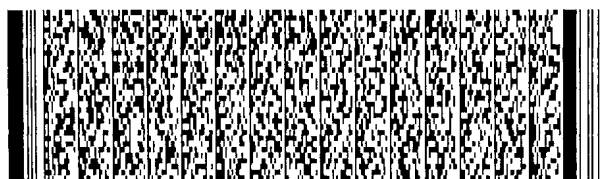
$$\Delta T_{slantk} = (d_{km} \div c) \times \cos(elv)$$

= 光速，米/秒

觀察其中正時校時成分 $\Delta T_{correctk}$ 可應用於任一站台k，以表不在接收器之衛星TDM信號的到達時間差異，如下所示

$$\Delta T_{correctk} = \Delta T_{slantmax} - \Delta T_{slantk}$$

故自衛星最遠的站台36，其正時校正較小。例如，考慮 $d_{lm}=d_{max}=18\text{km}$ 及 $elv=30^\circ$ 的情況。在此情況， $\Delta T_{slantmax}=52\mu\text{s}$ 。對於站台1，最接近衛星者，其校正為 $\Delta T_{correctk}=\Delta T_{slantmax}=52\mu\text{s}$ 。對於最大距離 Δ



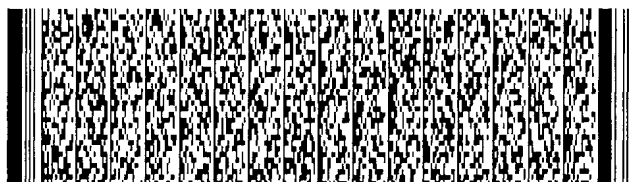
五、發明說明 (25)

$T_{correctm}=0$ 。任何其他中間的站台k，其 $\Delta T_{correctk}$ 如上式表示。

對於接近副衛星點之SFN涵蓋範圍而言，每一再發射台38對衛星的方位角，每一台皆不同，故明顯的須以上述公式適當的加以校正，即站台與衛星之間的定常數傳播延遲等量線係事際上以副衛星點為中心之地表圓，及量測其各圓之間的時間差。在自副衛星之大距離及在SFN涵蓋範圍的局限區域內，其圓形可視為直線。

接著考據因衛星移動造成之時間差的變化。上述計算可應用於與衛星，地球中心及每一所考量地面台交叉之方位平面。對於一地面靜態軌道衛星，衛星軌道位置的變化很小。實務上經常維持衛星位置於指定衛星軌道位置中心側面的三維空間50哩內。在距離21,300至25,600哩處，由於地面靜態軌道衛星位置變化所造成之方位與高度變化，對上述時間校正計算的影響不大。其大小不超過135奈秒峰對峰值。同樣，亦有因時間差造成在36內的各站台位置差異。這些都不超過31奈秒峰對峰值。當兩項相加，其淨值並不超過166奈秒峰對峰值。

但是對非地面靜態軌道衛星，如飛行Tundra，Molnya，中間圓形軌道(ICO)及低地面軌道(LEO)，上述計算宜計入相對於再發射站台38的連續改變方位及衛星正視角。有關衛星通訊技術，其計算程序係上述方法的延伸。而且，對於非靜態軌道，其計算重複進行的速率，須保持LOS傾斜路徑正時錯誤在 ± 500 奈秒內。



五、發明說明 (26)

3.2 護衛時間及SFN涵蓋範圍直徑自SFN36不同地面再發射站38發射之TDM-MCM信號包含TDM-MCM框50，其產生方式如上述圖5與6之說明。在所要涵蓋範圍40位置之接收器22，其多重信號包含自各再發射站台到達之TDM-MCM框。這些到達時間互相重疊，其方式如圖10說明。重疊的展幅視端視衛星至地面再發射站距離差異及再發射站至接收器距離差異而定。TDM-MCM框可相加性組合，如果其在接收器22的到達時間差不超過用來產生TDM-MCM護衛期間 ΔT_G 的寬度。若此護衛期間寬度係 ΔT_G ，則自SFN再發射站台複合之到達時間差必須不超過 ΔT_G ，及其距離差異宜不超過 $c \times \Delta T_G$ ，其中 c 表光速。故SFN36地面再發射站38之最大直徑配置幾乎，如圖11示，其中一地面再發射站發射器38a係與另一38b直徑相對，距離 $D = c \times \Delta T_G$ 。故若所有地面再發射站局限於直徑 $D = c \times \Delta T_G$ 內，則區域內或外之任何接收器的TDM-MCM框到達時間差 ΔT_R 係 $\leq \Delta T_G$ 。若，例如， $\Delta T_G = 60$ 微秒，則直徑係18公里。

前述說明假設自SFN36各站台38發射之TDM-MCM框時間係經調整，使所有框到達涵蓋範圍40幾何中心42係基本上完美的對齊調整，即所有TDM-MCM框50的到達時間差基本上為零。為達成目的，自各地面再發射站之傳輸時間係根據本發明補償其兩種類型的距離差異。如前述，第一種校正係每一站台38與衛星14之間的距離差。第二種校正係站台38與涵蓋範圍40中心42的位置之間。

3.3 TDM-MCM框正時校正的計算程序



五、發明說明 (27)

以下說明在地面再發射涵蓋範圍中心完成TDM-MCM框50所需的程序。此程序宜獨立的在SFN36的各地面再發射站38執行。圖7說明SFN36地面再發射站38配置，使用與計算與公式有關之距離。程序步驟以下舉例說明。

檢視圖7有關之術語，各地面再發射站38係以指數"i"表示，其範圍自一個最接近衛星LOS距離的 $i=1$ ，到衛星LOS距離最遠的一個 $i=m$ 。在涵蓋範圍中之其餘站台依LOS距離增加，在1及m之間以升序編號。水平距離差， d_{im} ，即平行通過各站台I及通過站台m之間，可以加以測定。注意其平行線係垂直於各站台之衛星LOS。而且注意圖7例中，m係對應站台3。

水平距離差 d_{im} 係經由乘積一正視角的餘弦函數而轉換成LOS距離差。距離 D_{ic} 在各站台I與涵蓋範圍c42中心之間即可量測。各站台I未校正的正時 Δti 係由以下測定：

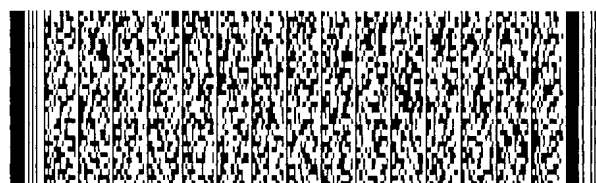
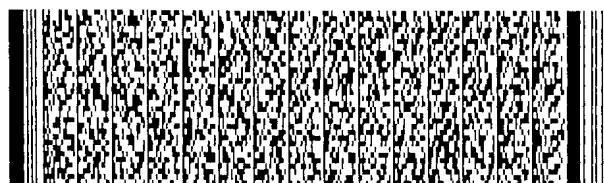
$$\Delta ti = [D_{ic} + d_{im} * \cos(elv)] / s$$

其中 elv 係衛星正視角及 s 係光速

上述公式可計算SFN各再發射站台。最小 Δti 以 Δti_{min} 表示，係下一個要測定的。各地面再發射站之校正正時 ΔTi 之測定如下：

$$\Delta Ti = \Delta ti - \Delta ti_{min}$$

校正正時 ΔTi 可應用於各地面再發射站I，對齊到達時間，使其在SFN涵蓋範圍中心所有TDM-MCM框中達成一零偏置。應用此種正時校正可使整個TDM-MCM地面再發射SFN工作最佳化。m=3情況的取樣計算可說明本發明原理，其中



五、發明說明 (28)

d_{n3} 係站台 n 至沿方位到衛星最遠站台的水平距離，及 D_{cn} 係站台 n 自涵蓋範圍中心的距離。

正時校正應用於各再發射站台

$$\angle Elv = 30^\circ$$

$d_{13} = 18 \text{ km}$	$D_{1c} = 15 \text{ km}$	$\Delta t1 = 102 \mu s$	$\Delta T1 = 32 \mu s$
$d_{23} = 15 \text{ km}$	$D_{2c} = 10 \text{ km}$	$\Delta t2 = 76.6 \mu s$	$\Delta T2 = 6.6 \mu s$
$d_{33} = 0 \text{ km}$	$D_{3c} = 21 \text{ km}$	$\Delta t3 = 70 \mu s$	$\Delta T3 = 0 \mu s$

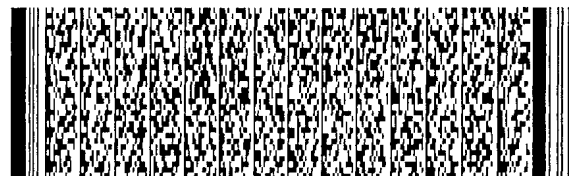
上述校正可補償衛星及各再發射站之間的距離差，加上各再發射站及SFN涵蓋範圍中心之間的距離差。另外，亦必須在各站引進一延遲以補償自衛星之先到及後到信號之間的偏置及TDM-MCM轉換多工器的處理延遲。在各站引進的總延遲必須使自衛星之後到信號與經由各地面再發射站傳送信號之間有準確的重合。故若先到及後到信號之間的延遲係以 T_{EL} 表示及處理延遲以 ΔT_p 表示，則各站 i 總延遲 ΣTi 為：

$$\Sigma Ti = T_{EL} - \Delta T_p - \Delta Ti$$

例如上述的考慮及假設 $T_{EL} = 5$ 秒， $\Delta T_p = 0.2$ 秒，各站總延遲為

$\Sigma T1 = 5.0 - 0.2 - 32.0 \times 10^{-6}$
$\Sigma T2 = 5.0 - 0.2 - 6.6 \times 10^{-6}$
$\Sigma T3 = 5.0 - 0.2$

雖然本發明係以其較佳實施例說明，須知本發明並不限制於其細節。一般技藝人士可能有各種修改及代替。所有

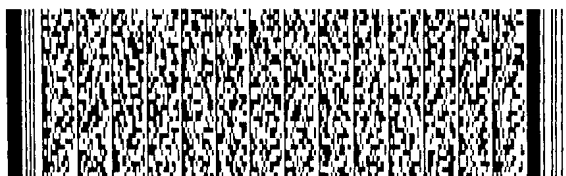


五、發明說明 (29)

這些代替應仍屬本發明申請專利範圍所界定之範疇內。

【元件編號說明】

10	衛星通訊系統
14	衛星
16, 18	資料流
20	衛星
22	接收器
24	發射器
26	固定延遲
27 TDM	流
28	解碼器
30	錯誤校正編碼器
33	時間分集多工
34	延遲時間
36	網路
38	地面再發射站
40	涵蓋範圍
42	涵蓋範圍中心
44	區塊
46	傅立葉轉換
48	MCM 符號
49	同步字元
50	MCM 符號框
52	NTDM 符號組



五、發明說明 (30)

- 54 TDM-MCM 符號
- 56 護衛期間
- 58 MCM 框時間壓縮
- 64 TDM 框



圖式簡單說明

圖1a與1b各說明根據本發明實施例構造之以衛星傳送時間分集信號之廣播系統。

圖2說明根據本發明實施例構造之以兩衛星傳送時間與空間分集信號之廣播系統；

圖3說明衰減期間對衰減深度並識別使用時間分集接收最佳化之延遲；

圖4說明根據本發明實施例構造之地面TDM-MCM單一頻率網路(SFN)；

圖5說明根據本發明實施例之TDM符號與MCM副載波的不同步；

圖6說明根據本發明實施例TDM符號至MCM副載波調變；

圖7說明根據本發明實施例計算衛星與地面再發射站之LOS延遲差異及地面再發射站與SFN中心之間的延遲差異；

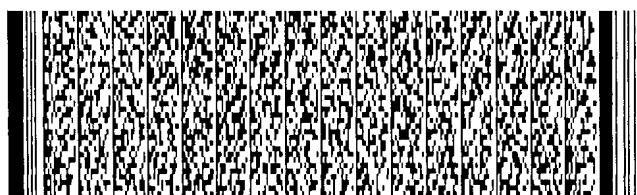
圖8說明水平距離至LOS距離的變換，供圖7說明之TDM-MCM框正時使用；

圖9說明根據本發明實施例將TDM框分割成MCM框；

圖10說明根據本發明實施例調整具有選擇直徑SFN多數站發射之TDM-MCM框；

圖11說明根據本發明實施例SFN地面再發射站配置之最直徑；

所有圖示中相同組件及零件使用相同元件編號。



六、申請專利範圍

1. 一種同步方法，用以同步分時多工或TDM資料流中TDM符號之選擇數量，使其等於分時多工/多載波調變副載波或TDM-MCM波形中TDM-MCM符號之數量，包含步驟：

定位主框前文(MFP)碼及該TDM流一分配同步順序之一，該TDM資料流具有至少一TDM框，包含該一MFP碼及一分配同步順序及複數個該符號，該MFP碼及分配同步順序之一可用於定位該TDM資料流內之該TDM框；

產生一陣列使用該TDM框該符號，該陣列包含一第一數之行及一第二數之列；及

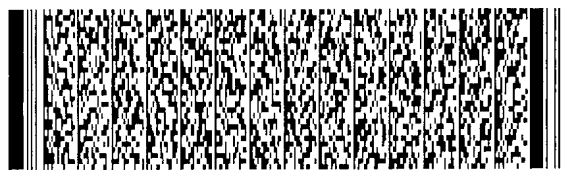
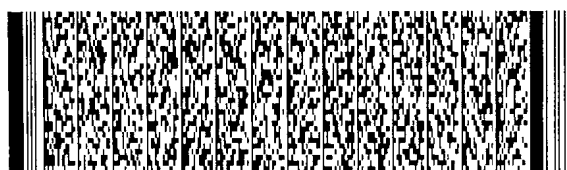
產生TDM-MCM符號對應於使用一反轉快速傅立葉轉換(IFF)與該陣列之該第一數，各該TDM-MCM符號具有該載波該第二數，即對應該列個別之該TDM符號，該TDM-MCM符號之該第一數對應於一TDM-MCM符號框。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該產生步驟包含步驟填充該陣列，提供該TDM框最先到達之TDM符號至該陣列該列最先產生的一個，及繼續順序填充該列直至該列最後一個填完該TDM框該TDM符號最後一個。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該TDM資料流包含複數個TDM框，該TDM-MCM符號框具有基本上與該TDM框相同的停留期間。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該產生步驟包含步驟同步該TDM-MCM符號框該TDM-MCM符號成為該TDM資料流該符號之一的分數。

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該TDM-MCM符號框



六、申請專利範圍

中之該TDM-MCM符號數係一整數。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含步驟提供該TDM-MCM框各該TDM-MCM符號一護衛期間，TDM-MCM符號周期對應每秒該TDM符號數分割之該第二數，該護衛期間係小於該TDM-MCM符號周期。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含步驟提供該TDM-MCM波形各該TDM-MCM符號框一同步字元。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含步驟：

提供該TDM-MCM框各該TDM-MCM符號一護衛期間，
TDM-MCM符號周期對應每秒該TDM符號數分割之該第二數，
該護衛期間係小於該TDM-MCM符號周期；

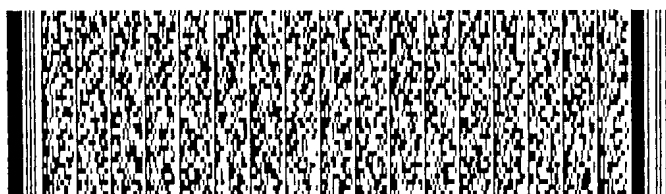
提供該TDM-MCM波形各該TDM-MCM符號框一同步字元；及
壓縮各該MCM-TDM符號以補償插入各該TDM-MCM符號框之
該護衛期間及該同步字元，使具有該護衛期間之該TDM-MCM符號及對應該TDM-MCM框與對應該同步字元之時間配置佔據一TDM框周期。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該IFFT採用一數量係數大於該符號該第二數。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該TDM資料流包含複數個TDM框，該產生步驟另包含步驟指定該TDM資料流個別該TDM框之該符號給對該TDM-MCM框之該TDM-MCM符號該副載波。

11. 一種供使用於地面再發射站之裝置，包含：

一接收裝置，用以接收一分時多工或TDM資料流，包含



六、申請專利範圍

符號，各該符號對應該資料流中選擇之位元數；及

一處理裝置，連接該接收裝置及可操作以定位該TDM資料流主框前文(MPF)碼及一分配同步順序，該TDM資料流具有至少一TDM框，包含該MFP碼及一分配同步順序及複數個該位元之一，該MFP碼及一分配同步順序可用於定位該TDM資料流內該TDM框；

其中該處理裝置轉換該TDM資料流該符號成為個別載波，以產生分時多工/多載波調變或包含TDM-MCM符號，各該TDM-MCM符號具有一選擇數量之副載波，該處理裝置採用該MFP碼及一分配同步順序之一，用以同步該TDM資料流該符號與個別該TDM-MCM符號中該副載波對應者。

12. 如申請專利範圍第11項之裝置，其中該處理裝置採用一反轉快速傅立葉轉換(IFFT)轉換該TDM資料流該符號成為個之該副載波。

13. 如申請專利範圍第12項之裝置，其中一TDM-MCM框包含一選擇數量之該TDM-MCM符號，該處理裝置可操作以產生在該TDM資料流該TDM框一整數之該TDM-MCM符號。

14. 如申請專利範圍第13項之裝置，其中該處理裝置係可操作以提供各該TDM-MCM符號框對應該TDM框相同之該符號。

15. 如申請專利範圍第14項之裝置，其中該處理裝置係可操作以對應該TDM框該符號給該TDM-MCM符號框中之該TDM-MCM符號之個號載波。

16. 如申請專利範圍第15項之裝置，其中該裝置係用於



六、申請專利範圍

一地面再發射站，可操作以接收該TDM資料流及轉換成其中該符號至個別之載波內，以產生包含TDM-MCM符號之TDM-MCM框，該處理裝置係可操作以指定該TDM資料流個別之該TDM框符號給對應該TDM-MCM框中之該TDM-MCM符號之該副載波。

17. 一種使用於地面再發射站之系統，包含：

一接收器，用以接收衛星分時多工或TDM資料流；

一轉換編碼器，連接於該接收器用以轉換該TDM資料流成為多載波調變(MCM)波形，以產生一分時多工/多載波調變或TDM-MCM信號，可強力面對地面路徑傳輸多路徑及畸形阻擋及干擾；及

一發射器，連接於該轉換編碼器用以發射該TDM-MCM信號。

18. 如申請專利範圍第17項之系統，其中該發射器係組態成可再發射該TDM-MCM信號於地面路徑約2公里與10公里之間的距離，其中衛星接收遭阻擋。

19. 如申請專利範圍第17項之系統，其中該發射器係組態成可再發射該TDM-MCM信號於地面路徑至少一城市及沿公路至所選擇距離，其中衛星接收係分別遭建築物及樹林阻擋。

20. 如申請專利範圍第17項之系統，其中複數個該系統係置於單一頻率網路之個別地面再發射站，該系統工作實質同時互相利用正時協調及同步，以達成在該單一頻率網路相關區域實質無縫之該TDM-MCM之接收。



六、申請專利範圍

21. 如申請專利範圍第20項之系統，其中該地面再發射站係依地形設置用以服務城市及其周圍郊外地區。

22. 一種用以發射分時通訊系統中之廣播頻道之方法，其中一先到信號與一後到信號係經由至少一衛星發射，先到信號包含至少一部分廣播頻道及後到信號包含另一部分廣播頻道，後到信號對應先到信號但相對於先信號延遲一選擇之時間周期，通訊系統包含地面再發射站網路用以接收及處理先到信號以發射一地面再發射信號，此方法包含步驟：

測定該衛星及該網路各該地面再發射站之間距離之個別差異；及

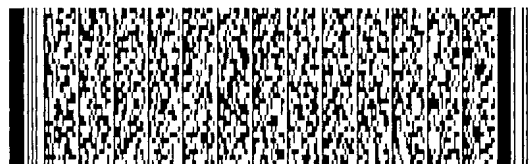
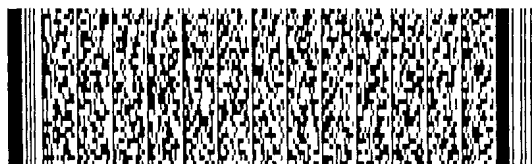
校正該地面再發射信號以補償該先到信號在個別之該地面再發射站之到達時間差異。

23. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該網路係一單一頻率網路。

24. 如申請專利範圍第22項之方法，其中另包含步驟：界定在該地面再發射站之選擇數量中至少一大約涵蓋範圍中心；

測定各該選擇數量該地面再發射站與該大約涵蓋範圍中心之間距離之個別差異；及

校正該地面再發射信號以補償自該選擇數量該地面再發射站發射之該地面再發射信號到達接收器之不同時間，即因該選擇數量個別之該地面再發射站與該大約涵蓋範圍中心之間所產生者。



六、申請專利範圍

25. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該校正步驟包含步驟補償將該衛星信號轉變為該地面再發射信號之延遲。

26. 一種用以發射分時通訊系統中之廣播節目之方法，其中一先到信號與一後到信號係經由至少一衛星發射，先到信號包含至少一部分廣播節目及後到信號對應於先到信號，但對應於先到信號延遲一選擇之周期時間，通訊系統包含一地面再發射站網路，用以接收及處理延遲信號以發射一地面再發射信號，此方法包含步驟：

界定地形分離之該地面再發射站之選擇數量中至少一大約涵蓋範圍中心；

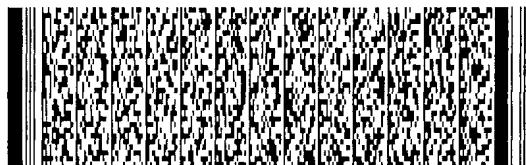
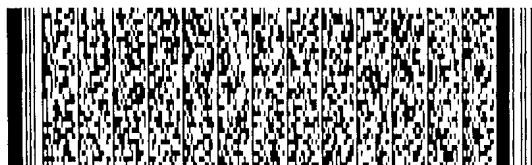
測定各該選擇數量該地面再發射站與該大約涵蓋範圍中心之間距離之個別差異；及

校正該地面再發射信號以補償自該選擇數量該地面再發射站發射之該地面再發射信號到達接收器之不同時間，即因該選擇數量個別之該地面再發射站與該大約涵蓋範圍中心之間所產生者。

27. 如申請專利範圍第26項之方法，其中該校正步驟包含步驟用以補償將該衛星信號轉變為該地面再發射信號之延遲。

28. 一種用以提供一廣播節目至接收器之方法，包含步驟：

接收利用僅時間分集或時間及空間分集發射之衛星信號，該衛星信號在最大可能性組合時包含該廣播節目；



六、申請專利範圍

接收一地面再發射信號包含該廣播節目並由一地面再發射站發射；

測定該最大可能性組合衛星信號及該地面再發射信號何者有最佳信號品質；

選擇該最大可能性組合衛星信號或該地面再發射信號具有最佳輸出信號品質；及

抑制自該選擇信號至該最大可能性組合衛星信號及該地面再發射信號之另一個之切換，除非滿足一選擇條件。

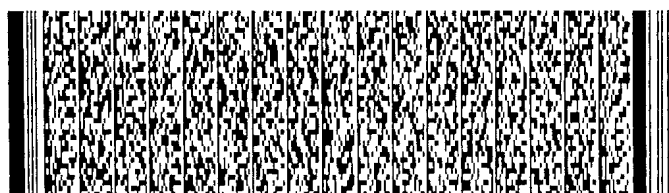
29. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該選擇信號品質對應位元錯誤率選擇臨限，以接收地面再發射信號。

30. 如申請專利範圍第29項之方法，其中該位元錯誤率之該選擇臨限，在選擇該地面再發射信號及抑制該最大可能性組合衛星信號時，係較大於，在選擇該最大可能性組合衛星信號及抑制該地面再發射信號時。

31. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該最大可能性組合衛星信號及該地面再發射信號並不施行時間分集或時間與空間分集。

32. 如申請專利範圍第28項之方法，其中接收該衛星信號該接收步驟另包含步驟延遲該衛星信號，以補償在該地面再發射站發生之延遲，即自該衛星信號產生該地面再發射信號。

33. 如申請專利範圍第32項之方法，其中該衛星信號係一分時多工信號並利用分時多工/多載波調變轉變至該地面再發射信號。



六、申請專利範圍

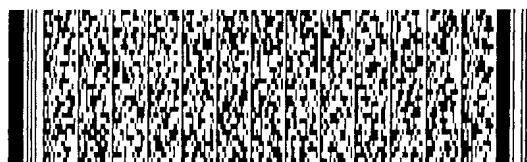
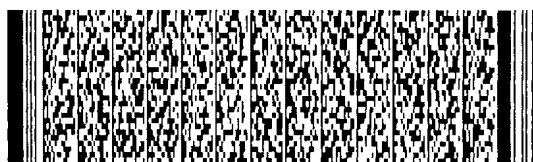
34. 如申請專利範圍第33項之方法，其中發生於地面再發射站之該延遲係對應於處理該衛星信號，即將該衛星信號自該分時多工信號轉變成該地面再發射站之分時多工/多載波調變波形。

35. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該衛星信號係一分時多工信號，且係利用分時多工/多載波調變將其轉變成分時多工/多載波調變之該地面再發射信號，以產生該地面再發射信號，及一行動式接收器接收及回復該分時多工信號及該分時多工/多載波調變之波形。

36. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該衛星信號係經由一衛星以一第一頻率發射，該地面再發射信號係被至少一地面再發射站經由一第二頻率發射，該衛星信號之該接收步驟及該地面再發射信號之該接收步驟係以一第一無線電頻率接收器部及一第二無線電頻率接收器部分別在至少一該接收器上執行。

37. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該衛星信號係經由第一衛星利用第一頻率發射，該衛星信號係經由第二衛星利用一第二頻率發射，該地面再發射信號係經由至少一地面再發射站以第三頻率發射，該衛星信號之該接收步驟係由一第一接收器部及一第二接收器部分別工作於該第一頻率及該第二頻率加以執行，及該地面再發射信號之該接收步驟係以一工作於該第三頻率之第三接收器部在至少一該接收器上執行。

38. 一種用以提供一廣播節目至接收器之方法，包含步



六、申請專利範圍

驟：

接收一衛星信號包含該廣播節目，該衛星信號中之一單一廣播資料流包含一先到頻道對應於該廣播節目，及一後到頻道具有至少一部分該廣播節目在其發射之前係延遲一選擇時間周期，該先到頻道及該後到頻道各具有一同步碼，該廣播資料流已由一工作於一選擇碼速率之母迴旋編碼器加以編碼；

延遲該先到頻道該選擇之時間周期；及

在工作於該碼速率之最大可能性Viterbi解碼器組中組合該後到頻道與該先到頻道，以回復該廣播節目信號，在接收該先到頻道及該後到頻道中無任何因非關聯阻擋所造成之中斷。

39. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該廣播資料流包含行動式接收廣播節目及靜態接收廣播節目，該先到頻道僅包含行動式接收之該廣播節目。

40. 如申請專利範圍第38項之方法，另外包含接收一地面再發射站之地面再發射信號，及一第二衛星信號包含該廣播節目及提供相對該衛星信號之空間分集，該地面再發射信號及該第二衛星信號各包含至少一部分該廣播節目及該同步碼，其中該組合步驟包含步驟：

利用該同步碼以對齊該衛星信號、該第二衛星信號及該地面再發射信號；及

利用至少該衛星信號、該第二衛星信號及該地面再發射信號中之一以組合產生一輸出。



六、申請專利範圍

41. 如申請專利範圍第40項之方法，其中該先到頻道及該後到頻道係分別僅指定給該衛星信號及該第二衛星信號。

42. 如申請專利範圍第40項之方法，另包含步驟接收一第二衛星信號，包含該廣播節目及提供相對於該衛星信號之空間分集，其中該衛星信號及該第二衛星信號係自一地面同步軌道中不同軌道位置發射。

43. 如申請專利範圍第40項之方法，另包含步驟接收一第二衛星信號，包含該廣播節目及提供相對於該衛星信號之空間分集，其中該衛星信號及該第二衛星信號係自三或四個不同橢圓軌道，相對於一恒星日周期地球赤道傾斜約 63° ，加以發射。

44. 一種用以執行於一發射器準備供接收器Viterbi迴旋解碼器之最大可能性接收之方法，包含步驟：

利用一母迴旋編碼器以一選擇編碼速率編碼一廣播節目及於發射站產生母輸出位元；

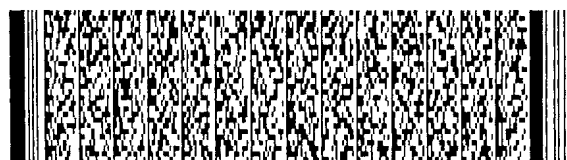
在該發射站穿透該母編碼輸出位元產生兩較高速率迴旋編碼流，以獲得一第一組穿透編碼位元及一第二組穿透編碼位元；

指定該第一組穿透編碼位元至一未延遲之先到頻道；

指定該第二組穿透編碼位元至一後到頻道；

相對於該先到頻道延遲一選擇時間周期；及

發射該先到頻道及該後到頻道，該選擇時間周期，當該行動式接收器與該行動式接收器該發射器不全接收之間因



六、申請專利範圍

實體妨礙發生服務阻擋時，允許該後到信號在行動式接收器非關聯於該先到信號。

45. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該編碼速率係 $R=1/3$ 。

46. 如申請專利範圍第45項之方法，其中該較高速率迴旋編碼流係以速率 $R=3/4$ 產生。

47. 如申請專利範圍第46項之方法，其中該產生步驟包含步驟利用該第一廣播頻道之編碼位元每18位元之8個，及該互補組該18位元之另外8個，來組成一第二廣播頻道之編碼位元。

48. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該先到頻道及該後到頻道係在接收器組合，重製無非關聯該服務阻擋中斷之該廣播節目。

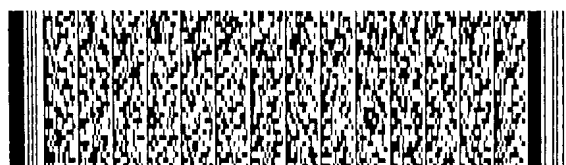
49. 如申請專利範圍第48項之方法，其中該先到頻道及該後到頻道各包含至少一同步碼，及另包含步驟：

以該選擇之時間周期來延遲接收之該先到頻道；

在每一接收之該先到頻道及該後到頻道中關聯該同步碼；

相對於接收之該後到頻道，再精確對齊延遲之該先到頻道，對齊該廣播節目中之一符號及一位元之一之寬度分數內，即使該關聯步驟所得之關聯波尖重合；及

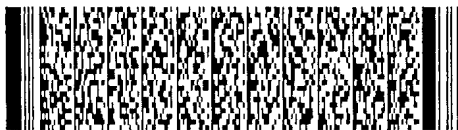
在一軟決定Viterbi解碼器中，最大可能性組合接收之該先到頻道及該後到頻道中之位元，以產生一輸出信號，無因該實體妨礙造成之無關聯服務停止。



六、申請專利範圍

50. 如申請專利範圍第49項之方法，其中該軟決定Viterbi解碼器操作於該母迴旋編碼器之該選擇編碼速率。

51. 如申請專利範圍第49項之方法，其中該選擇編碼速率係 $R=1/3$ 。



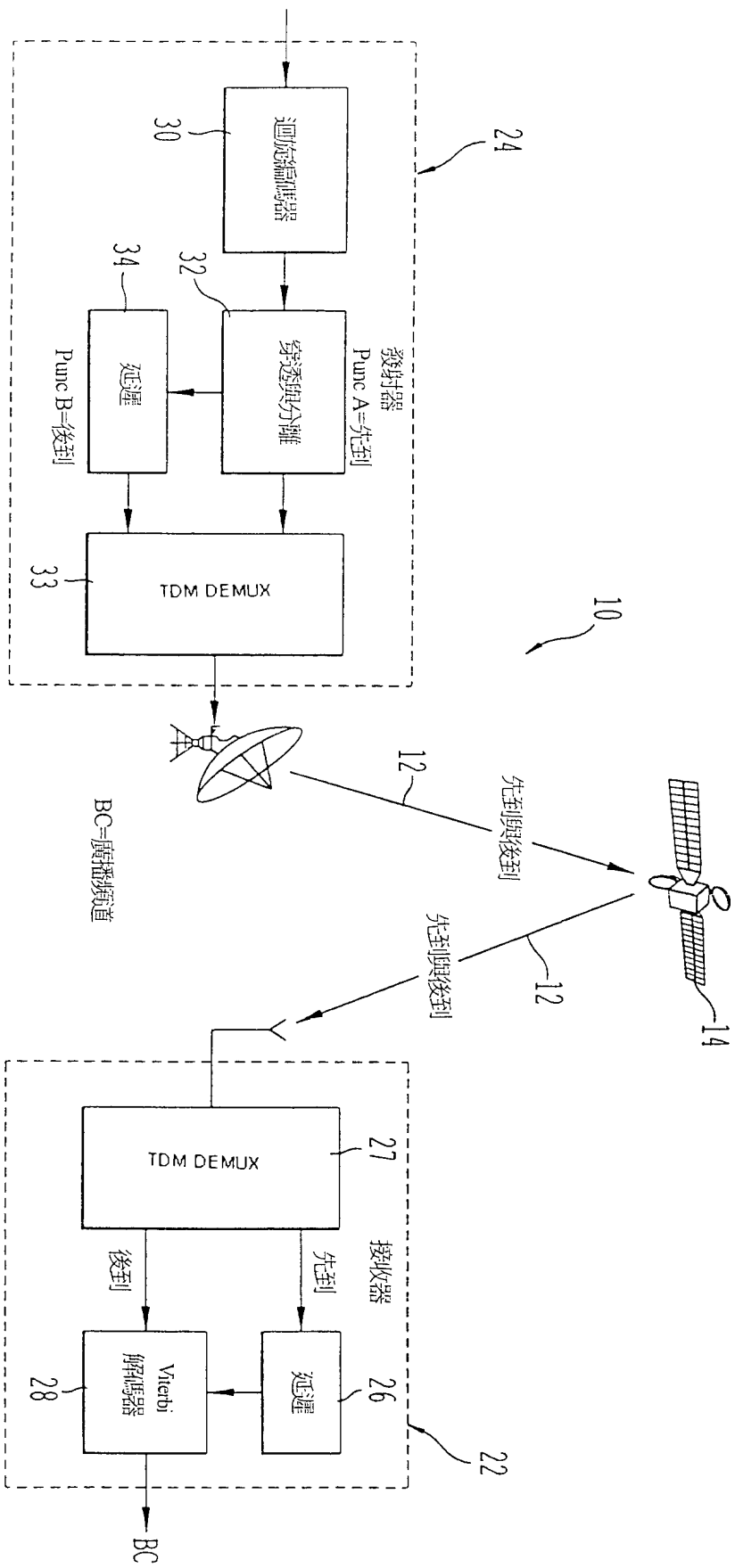
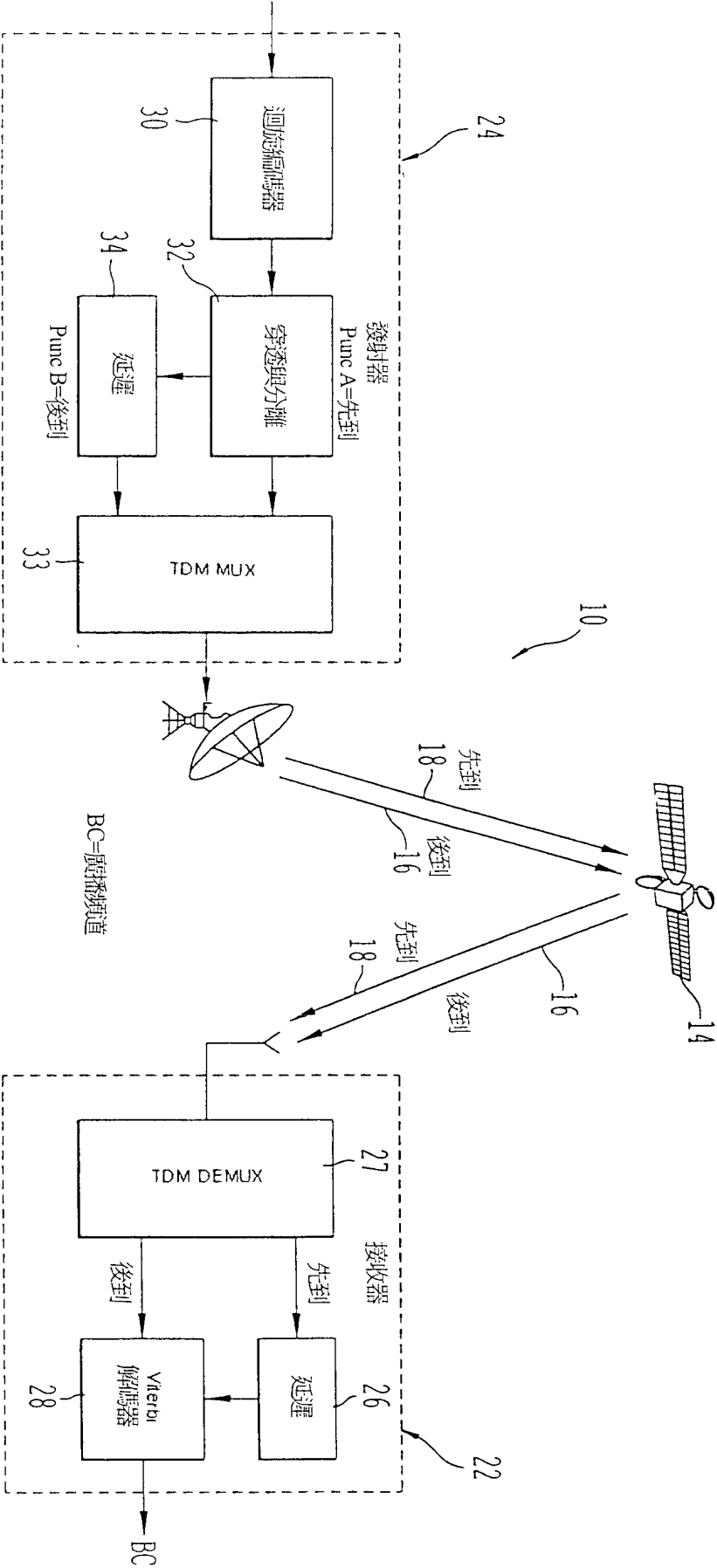


圖 1A



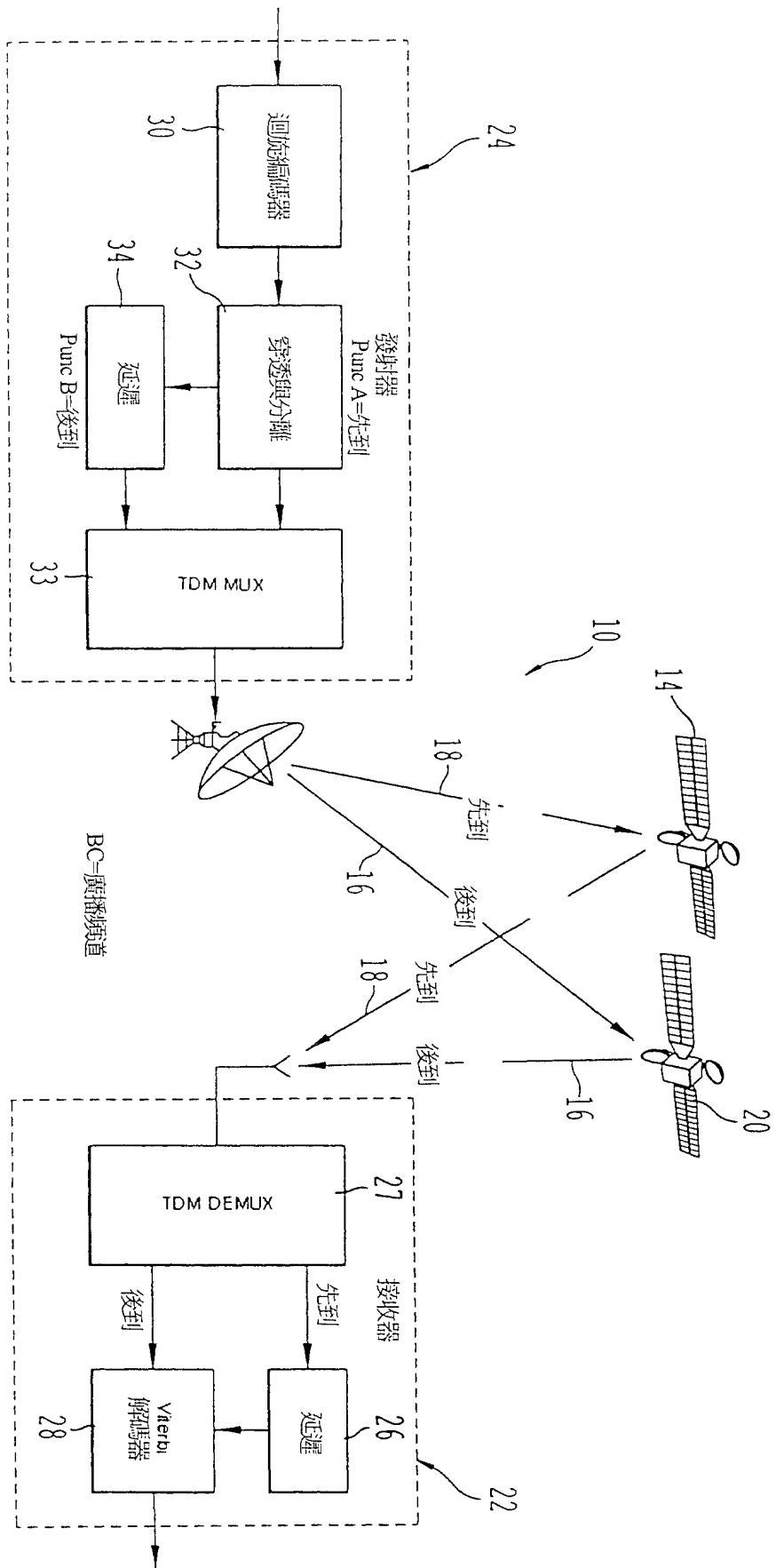
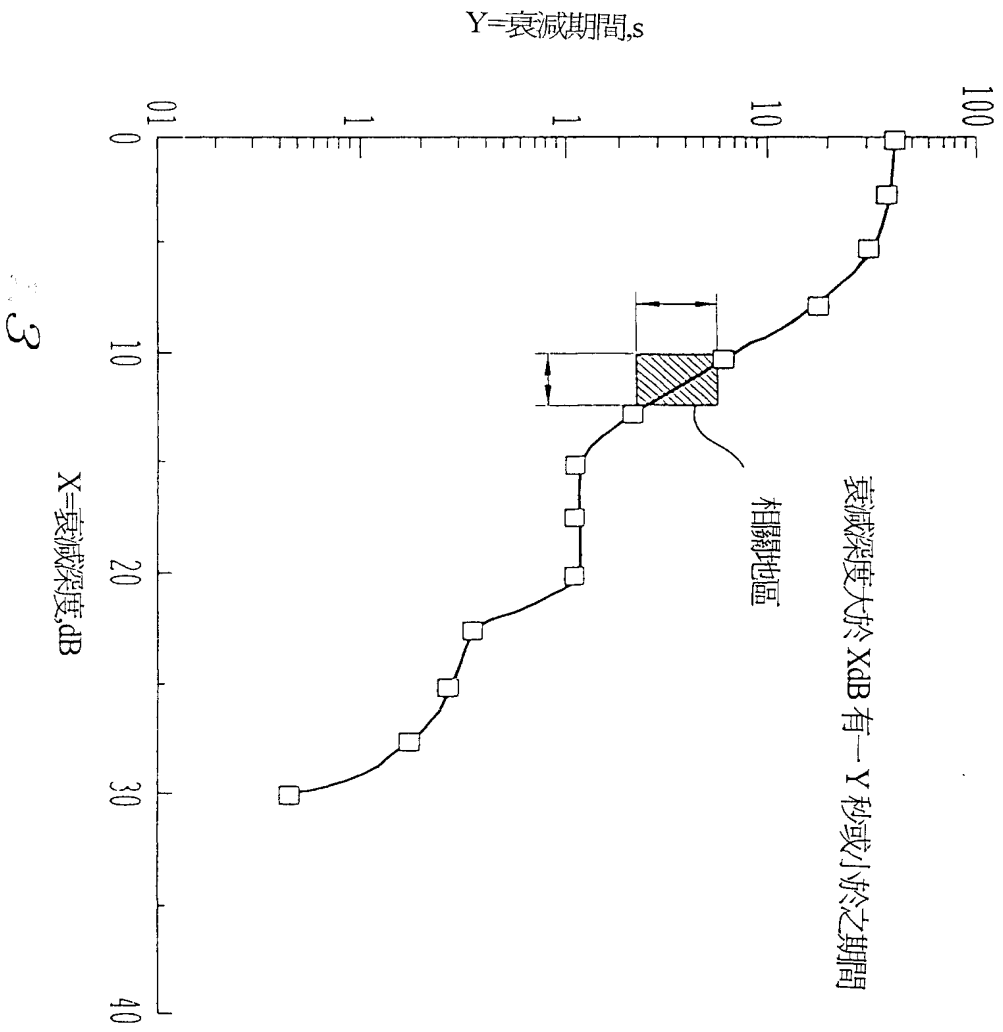
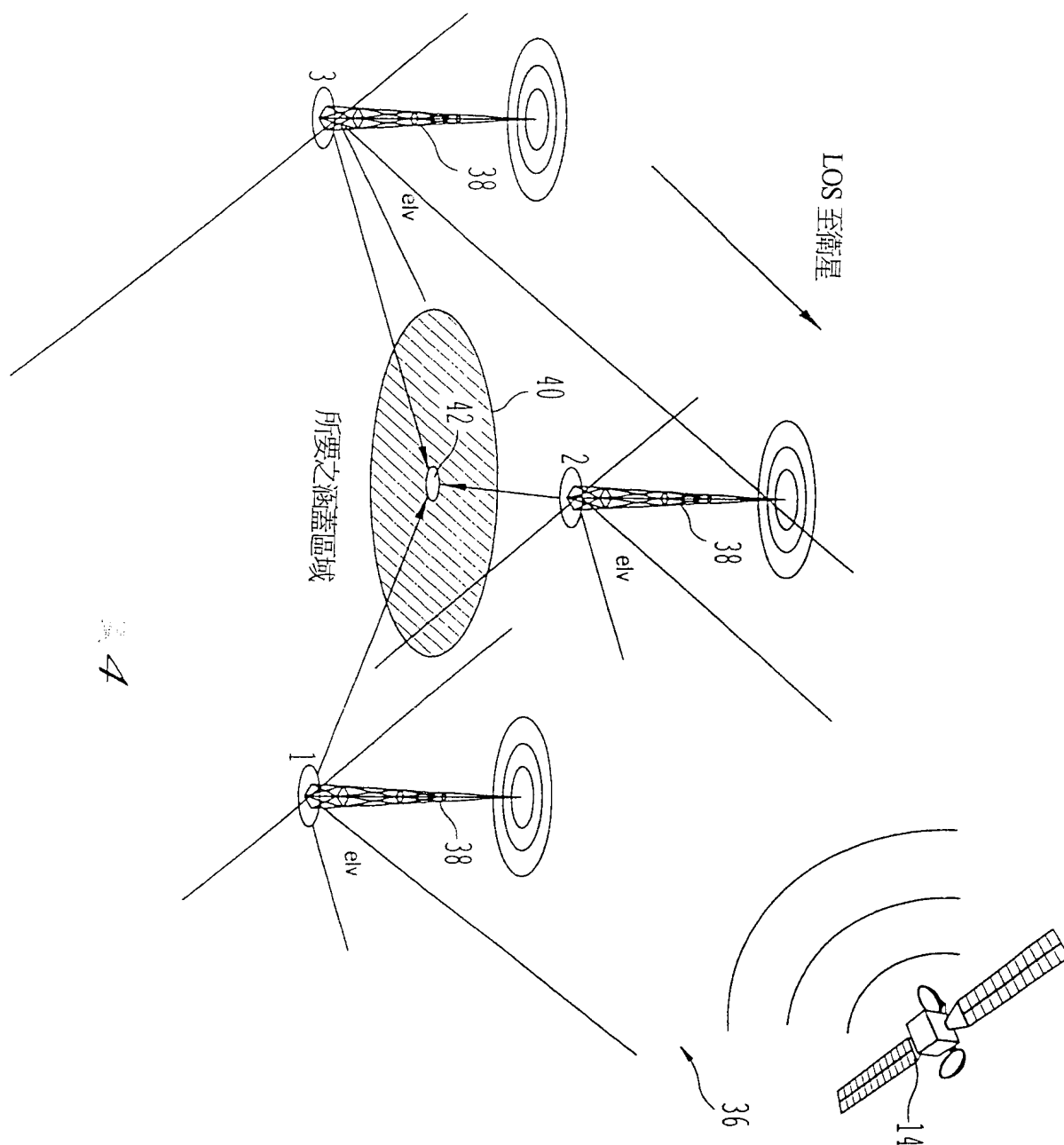


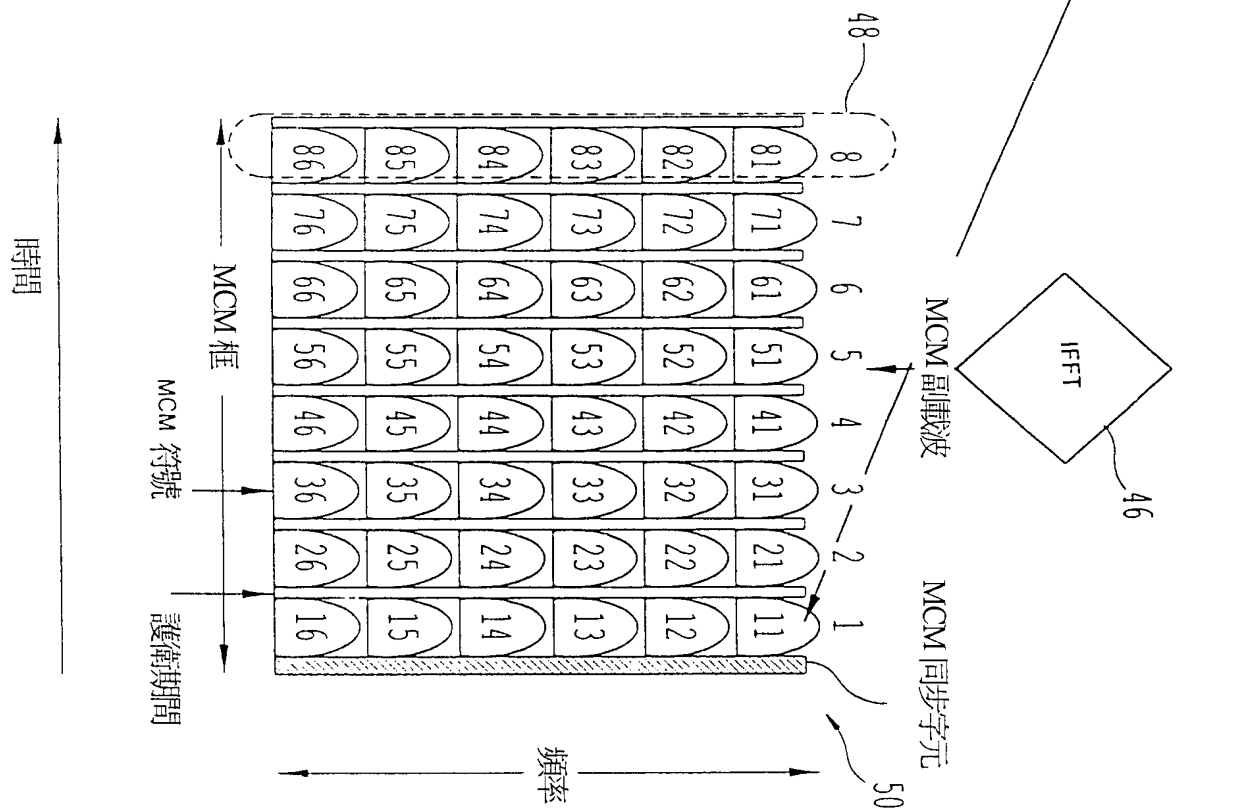
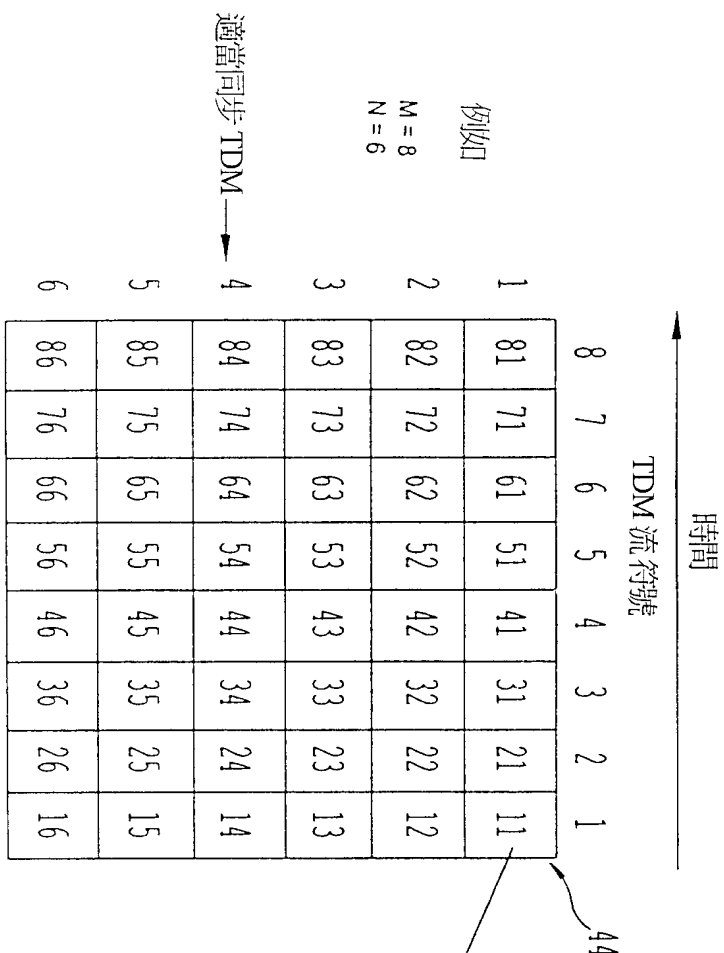
圖 2

最大衰減期間對衰減深度圖





TDM 符號至 MCM 副載波之同步



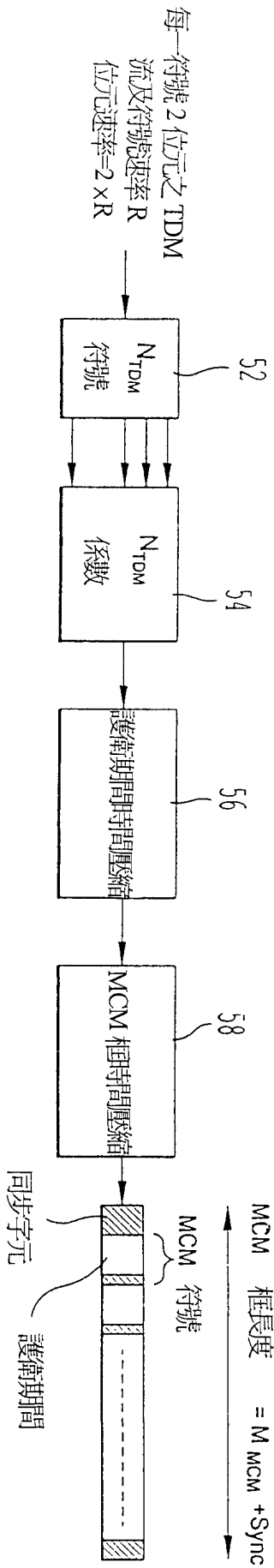


圖 6

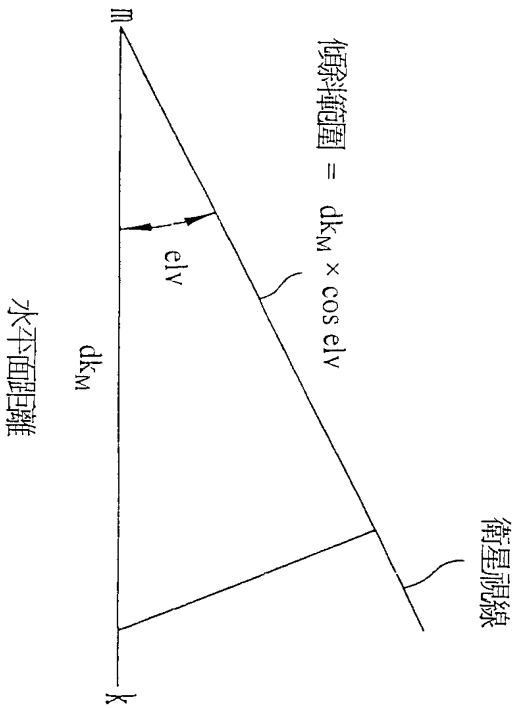


圖 8

